MBL/WHOI
0 0301 0064456 3

Dr. H. G. BRONN'S

Klassen und Ordnungen

des

THIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

ERSTER BAND. PROTOZOA.

Von

Dr. O. Bütschli,
Professor der Zoologie in Heidelberg.

Mit einem Beitrag:

Palaeontologische Entwicklung der Rhizopoda von **C. Schwager.**

I. Abtheilung:

Sarkodina und **Sporozoa.**

Mit Tafel I—XXXVIII und einem Theil von Tafel XXXIX
sowie 9 Holzschnitten.

Leipzig und **Heidelberg.**
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1880—82.

(1880 p. 1—224; 1881 p. 225—320; 1882 p. 321—616.)

7530(1)

Inhalt.

Pag.

Einleitung . . . . . I—XVIII

A. Klasse **Sarkodina** 1

I. Unterklasse **Rhizopoda** 3

1. Historische Entwicklung unserer Kenntnisse 3

Literatur 10

2. Morphologische Auffassung und Gestaltung, sowie die Hauptgruppen 14

3. Schalenbau.

A. Materialien des Schalenbau's 18

α. Chitinöse Schalen 19

β. Kalkschalen 21

γ. Fremdkörperschalen 28

δ. Kieselige Schalen 33

B. Morphologie der Schalen 35

α. Homaxone Schalen 35

β. Monaxone, monothalame Schalen 36

γ. Polythalame Schalen 44

γ 1. Polythalame Imperforata 46

γ 2. Polythalame Perforata 58

Abnorme Schalenbildung 94

4. Der Weichkörper 95

α. Allgemeine Gestaltung 95

β. Beschaffenheit des Protoplasmas 97

γ. Differenzirung in Regionen 98

δ. Färbung des Plasmas 100

ε. Einschlüsse des Plasmas 100

ε 1. Nichtcontractile Vacuolen, Gasblasen, Stoffwechselproducte 100

ε 2. Contractile Vacuolen 105

ε 3. Nuclei 107

Allgemeines Vorkommen 107

Gestalt und Bau der Kerne 112

ζ. Pseudopodienbildung, Bewegung und Nahrungsaufnahme . . . 114

η. Gallertige Umhüllungen 124

5. Verhalten des Weichkörpers zur Schale und Bildung der Schale 125

6. Fortpflanzung, Koloniebildung und Encystirung 134

α. Fortpflanzung durch Theilung oder Knospung 134

β. Koloniebildung 143

γ. Encystirung 148

δ. Copulation und Conjugation 153

ε. Angebliche geschlechtliche Fortpflanzung 156

7. Biologische Verhältnisse 161

α. Wohnort 161

β. Nahrung 169

γ. Abhängigkeit der Organisation von den äusseren Lebensbedingungen 170

16043

Pag.

8. System 172
α. Historisches 172
β. Uebersicht des Systems bis zu den Gattungen 176
γ. Anhang zum System.
Eozoon 217
Stromatoporida 221
Dratyloporida 224
9. Geographische Verbreitung 228
10. Paläontologische Entwicklung. Von C. Schwager 242

II. Unterklasse **Heliozoa** 261
1. Historische Entwicklung unserer Kenntnisse 261
Literatur 265
2. Morphologische Auffassung und Gestaltung, sowie die Hauptgruppen 267
3. Der Weichkörper 269
4. Pseudopodien; Nahrungsaufnahme; Bewegung 284
5. Skeletbildungen 296
A. Gallertige Hüllen 296
B. Kieselige Skelete 298
C. Fremdkörperskelete 302
6. Fortpflanzungserscheinungen 303
A. Einfache Theilung und Koloniebildung 303
B. Fortpflanzung durch Knospung und Schwärmerbildung . 307
C. Encystirung 310
D. Conjugation und Copulation 317
7. System 318
A. Allgemeine systematische Auffassung 318
B. Uebersicht des Systems 320
8. Vorkommen, geographische Verbreitung, biologische Verhältnisse 329

III. Unterklasse **Radiolaria** 332
1. Historische Entwicklung unserer Kenntnisse 332
Literatur 342
2. Morphologische Auffassung und Gestaltung, sowie die Hauptgruppen 344
3. Skeletbau 347
A. Skeletsubstanz 348
B. Morphologischer Bau des Skelets 350
α. Acanthometreen 351
β. Sphäroidskelete 358
γ. Phaeodarienskelete 379
δ. Monopylarienskelete 384
4. Der Weichkörper 402
A. Die Centralkapsel 402
B. Intrakapsuläres Plasma und seine Einschlüsse 410
α. Das intrakapsuläre Plasma 411
β. Einschlüsse mit Ausnahme der Nuclei 413
1. Nichtcontractile Vacuolen 413
2. Eiweisskugeln 415
3. Oelkugeln 416
4. Pigmente 418
5. Concretionen und Krystalle 420

Pag.

γ. Die Nuclei 421
1. Lagerung im Körper und Zahl 421
2. Bau und Vermehrung 424
C. Extrakapsuläres Plasma, seine Einschlüsse und Erzeugnisse 430
1. Das Plasma und die Gallerte 430
2. Einschlüsse 434
D. Pseudopodien, Nahrungsaufnahme und Bewegung 437
1. Pseudopodien 437
2. Sarkodegeissel und contractile Fäden 440
3. Bewegung 442
4. Nahrungsaufnahme und Ernährung überhaupt 444
5. Fortpflanzung 445
A. Theilung 445
B. Koloniebildung 446
C. Schwärmerbildung 449
6. Biologische Verhältnisse 456
A. Parasiten 456
B. Regeneration 463
C. Missbildung und Deformation 463
D. Verhalten bei Reizung 464
E. Wohnortsverhältnisse 466
7. Paläontologisches Vorkommen 472
B. Klasse **Sporozoa** 479
Historische Entwicklung unserer Kenntnisse 480
Literatur 498
I. Unterklasse **Gregarinida** 503
1. Morphologische und sonstige Charactere 503
2. Genauere Schilderung der Gestaltung 504
3. Einzelne Organisationselemente 508
A. Cuticula 508
B. Ectoplasma 510
C. Entoplasma 516
D. Bewegung und Ernährung 518
E. Nuclei 522
4. Fortpflanzung 526
I. Fortpflanzung der nicht intracellularen Gregariniden . . . 526
A. Vorbereitende Erscheinungen, Conjugation 526
B. Encystirung 531
C. Gestalt der Cysten und Beschaffenheit ihrer Hüllen 535
D. Sporulation 538
E. Weitere Ausbildung und Bau der reifen Sporen 547
F. Bildung sichelförmiger Keime 550
G. Wiederentwicklung der Gregariniden aus den Sporen 552
II. Fortpflanzung der sog. Coccidien 558
5. System 572
6. Verbreitung und Wohnortsverhältnisse 581
II. Unterklasse **Myxosporidia** 590
III. Unterklasse **Sarcosporidia** 604
Anhang: Sog. Microsporidien (Peprinekörperchen) 614

Einleitung*).

Den Namen Protozoa gebrauchte zuerst Goldfuss (1820) für die auf der Stufenleiter des Systems den niedrigsten Rang einnehmende Abtheilung des grossen Thierreichs. Erst 1841 verwendete Siebold diese Bezeichnung in dem Sinne, welchen sie im Wesentlichen jetzt noch besitzt, während Goldfuss (und Andere, die sich ihm anschlossen) nicht wenige der heutigen Metazoën in ihren Protozoën einbegriffen hatten. (Näheres hierüber siehe p. 1136 u. ff.). Die Siebold'schen Protozoën umfassten die Infusoria der älteren Forscher (O. F. Müller, Ehrenberg und Dujardin), nach Ausscheidung der Rotatorien und anderer, einst irrthümlich hierher gerechneter Metazoën, sowie derjenigen einfachsten Organismen, welche in ihrem physiologischer Charakter den typischen Pflanzen nahe kamen. Genaueres über die allmähliche Reinigung der Animalcula infusoria von nicht zugehörigen Formen, wie sie sich im Laufe der Jahrzehnte, von Müller bis auf Siebold vollzog, gibt der Abschnitt über die Geschichte der Infusorien, auf welchen wir verweisen. Dort wird auch eingehender erläutert, dass die Abtheilung gelegentlich noch andere Namen erhielt, wie Microscopica (Bory de St. Vincent), Zoophytes infusoires (Dujardin und Andere), Archezoa (Perty), Microzoaires (Frommentel und Andere). Auf gewisse andere Benennungen wird später noch hingewiesen werden.

Siebold wurde jedoch nicht nur der Pathe der Gruppe, sondern er ermittelte auch zuerst den gemeinsamen Charakter, welcher die mannigfaltigen Formen derselben verbindet und von den übrigen Thieren trennt.

*) Geschrieben März 1888.

Meine ursprüngliche Absicht, in der Einleitung die Grunderscheinungen des einfachsten Lebens, Plasma, Kern, Zelle und ihre Lebensäusserungen zu behandeln, wird durch den Umfang, welchen das Werk allmählich erreichte, vereitelt. Dem mehrfach geäusserten Wunsch: das Binden der ersten Theile des Werks zu ermöglichen, entgegenkommend, beschränke ich mich in den einleitenden Worten auf eine Besprechung der Protozoën- und Protistenfrage. Die baldige Vollendung der Infusorien erscheint mir wichtiger wie eine weitere Ausführung der Einleitung.

Seine Definition der Protozoa lautete: „Thiere, in welchen die verschiedenen Systeme der Organe nicht scharf ausgeschieden sind, und deren unregelmässige Form und einfache Organisation sich auf eine Zelle reduciren lassen.“ Zu dieser scharfen Umgrenzung der Gruppe gelangte S. hauptsächlich dadurch, dass er die Spongien nicht mit den Protozoën vereinigte, wie es später längere Zeit geschah. Diese Gruppe fehlt seinem System überhaupt; er schloss sie also von dem Thierreich aus. Dass Siebold nicht ganz unvermittelt zu dieser Auffassung der Protozoën gelangte, ihm vielmehr in der Rückführung der Protozoënorganisation auf das Zellenschema Vorläufer vorangingen — dass ferner die Hypothese vom einzelligen Bau der Protozoën sich ihre Begründung erst in der kommenden Zeit mühsam erkämpfen musste, bis sie endlich vor etwa einem Decennium den Sieg erfocht — darüber gewähren die historischen Abschnitte der einzelnen Abtheilungen genauen Aufschluss. Um aber die Bedeutung der Siebold'schen Hypothese voll würdigen zu können, möge hier der Ansicht eines der grössten Biologen unseres Jahrhunderts, Joh. Müller's, gedacht werden, welcher 1841 (s. Sporozoa Nr. 99 p. 493) bemerkte: dass die Existenz einzelliger Organismen zwar nicht als unmöglich und absurd zu verwerfen sei, eine solche Annahme jedoch nach dem zeitigen Stand unserer Kenntnisse ganz unstatthaft erscheine. — Auch später nahm Müller, obgleich mehr indirect, an der Bekämpfung der Siebold'schen Lehre lebhaften Antheil.

Die von Letzterem aufgestellte Charakteristik der Protozoën kann noch heute ohne sehr wesentliche Veränderung gelten. Jetzt dürfen wir die Einzelligkeit in erster Linie betonen und etwa sagen: Als Protozoën bezeichnen wir die Organismen, welche einfache Zellen oder Verbände gleichgebildeter, einfacher Zellen sind und sich in ihren physiologischen Lebensäusserungen (Ernährung und Stoffwechsel überhaupt, Reizbarkeit und Beweglichkeit) den typischen mehrzelligen Thieren ähnlich verhalten.

Zwei Punkte dieser Charakteristik bedürfen etwas genauerer Erläuterung. Einmal bemerkt dieselbe, dass wir nicht nur streng einzellige, sondern auch in ihrem erwachsenen Zustand mehrzellige Wesen den Protozoën beizählen. Dadurch wird die Grenze gegen die mehrzelligen Thiere etwas verwischt. Die sogenannten Gesellschaften und Kolonien, welche mehrzellige Verbände darstellen, haben jedoch ein Recht unter den Protozoën eingereiht zu werden, so lange die constituirenden Zellen sämmtlich in Bau und Leistungen übereinstimmen, so lange, um es anders auszudrücken, eine mit Arbeitstheilung verknüpfte Differenzirung fehlt. Eine derartige Gesellschaft oder Kolonie bildet keinen einheitlichen vielzelligen Organismus wie der Leib der höheren Thiere, dessen einzelne Zellconstituenten nicht mehr selbstständig leben können, da sie ausser Stande sind, sämmtliche physiologischen Leistungen allein zu übernehmen. Obgleich nun die mehrzelligen Verbände der Protozoën diesen gleichmässigen Charakter ihrer Constituenten fast durchgängig bewahren, begegnen wir

doch vereinzelten (Volvox, Zoothamnium), bei welchen dies nicht mehr völlig zutrifft, die vielmehr Anfänge der Differenzirung und damit eine Ausbildungsstufe erreichen, welche über die Protozoënnatur hinausstrebt. Dies kann uns nicht überraschen, da ja die höheren, d. h. die mehrzelligen und heteroplastiden Organismen zweifellos aus einzelligen hervorgingen; scharfe Grenzen aber nach unserer Vorstellung über die Zusammenhänge der Lebewesen überhaupt nur auf Unkenntniss oder der Zerstörung der Bindeglieder beruhen werden. Dennoch erhebt sich die Frage, ob wir berechtigt sind, solche, eine gewisse Differenzirung ihrer Constituenten zeigende Kolonien den Protozoën unterzuordnen. Dies wird meiner Ansicht nach erlaubt, ja nothwendig sein, so lange die Differenzen einen mässigen Grad der Complication nicht überschreiten; wenn die betreffenden Organismen ferner deutlichen Anschluss an sichere Protozoën zeigen und andererseits nicht zu typischen Heteroplastiden überführen, sondern isolirte Seitenzweige darstellen.

Anders liegt die Sache, wenn solch ein selbstständiger Seitenzweig aus den Protozoën heraus zu einem relativ hohen Grade der Complication, analog typischen Heteroplastiden sich entwickelt hätte. Dann erschiene es jedenfalls angezeigt, ihn nicht mit den Protozoën zu vereinigen, sondern als selbstständigen, den übrigen Heteroplastiden coordinirten Stamm zu betrachten. Ob derartige Vorkommnisse wahrscheinlich sind, soll später erörtert werden.

Wie oben bemerkt wurde, bedarf noch ein zweiter Punkt unserer Charakteristik der Erläuterung. Derselbe bietet grössere Schwierigkeiten, und von seiner Erledigung wird es abhängen, ob die wie oben umschriebene Abtheilung überhaupt als natürliche betrachtet werden darf. Siebold beginnt nämlich seine Charakteristik der Protozoën mit der Bemerkung, dass sie Thiere seien; auch in unserer Definition betont der Schlusssatz die Thierähnlichkeit ihrer Lebensäusserungen.

Diese Einschränkung des Protozoënbegriffes ist eine physiologische, d. h. eine solche, welche sich nicht auf Bau und Structur des Organismus, sondern auf den Verlauf der Lebensprocesse und Lebensäusserungen bezieht. Im Allgemeinen hat man schon lange erkannt, dass physiologische Charaktere bei der Bildung natürlicher systematischer Gruppen möglichst zu vermeiden sind; dass vielmehr die morphologische Beschaffenheit ausschlaggebend ist. Dies stützt sich auf die wohlbegründete Ueberzeugung, dass das natürliche System auf genealogischer Basis beruht und die Gruppenbildung das genealogisch Uebereinstimmende, d. h. das von demselben Ursprung Herkommende umgreifen soll. Da nun die Erfahrung häufig genug lehrt, dass gleiche Abstammung und daher Zusammengehörigkeit sich mit physiologisch differenten Leistungen sehr wohl verträgt, so ist die Einführung physiologischer Charaktere stets bedenklich, wenn auch von vornherein nicht ganz unzulässig.

Dass nun gerade für die Umgrenzung der Protozoën ein physiologischer Charakter nothwendig wurde, beruht auf dem Umstand, dass von

allen Eigenthümlichkeiten der höheren Thierwelt nur die physiologischen verwerthbar erscheinen, um zwischen Lebewesen wie die Einzelligen — deren Organisation durch eine tiefe Kluft von jener der heteroplastiden Thiere geschieden, ja eigentlich mit derselben unvergleichbar ist — und jenen Höheren eine Vermittelung herzustellen.

Dass dies geschah und man auf solcher Grundlage seit alter Zeit thierische und pflanzliche Einzellige zu unterscheiden suchte, basirt selbst wieder darauf, dass man bei der Begriffsbestimmung von Thier und Pflanze die physiologischen Leistungen stets in den Vordergrund stellte, dagegen die morphologische oder, sagen wir besser die genealogische Umgrenzung der beiden Reiche erst in zweiter Linie beachtete, diejenige, welche doch allein die naturgemässe sein kann.

Während nun die mehrzelligen Pflanzen und Thiere fast ausnahmslos genügend morphologische Charaktere aufweisen, um mit Sicherheit dem einen oder dem anderen Reich zugetheilt zu werden, versagte dies Hülfsmittel natürlich auf dem Gebiet der Einzelligen. Hier entbrannte denn auch seit alter Zeit der Streit über die Grenze beider Reiche, über die Zurechnung der einzelnen Abtheilungen zu dem einen oder dem andern. Nach dem oben Bemerkten musste im Einzelfalle natürlich der Grad der thier- oder pflanzenähnlichen Leistungen der betreffenden Organismen bei der Entscheidung den Ausschlag geben. Früh genug hatte man sich überzeugt, dass das lang gesuchte absolute Kriterium zur Unterscheidung beider Reiche nicht zu finden sei und dass solch' künstliche Versuche keine Beachtung verdienten, welche in der Gegenwart oder dem Mangel der Cellulose, der contractilen Vacuole oder sonstiger einzelner Organisationstheile, in der activen Bewegung oder deren Mangel, resp. in der Art der Bewegung und dergleichen mehr, absolute Unterschiede der beiden Reiche erblicken wollten.

Entscheidenden Aufschluss in dieser Frage könnte nur die Erkenntniss des genealogischen Zusammenhangs der Gruppen der Einzelligen unter einander und ihrer Verbindung mit den mehrzelligen Thieren und Pflanzen gewähren. Nur auf dieser Grundlage liesse sich, wenn auch als Wahrscheinlichkeitsresultat, feststellen, ob die Unterscheidung einer Abtheilung thierähnlicher Einzelligen berechtigt ist und ob dieselbe genealogisch mit den typischen mehrzelligen Thieren zusammenhängt, und ob ferner den gewöhnlich mit den Pflanzen vereinigten Einzelligen eine solche Stellung naturgemäss ist. A priori lässt sich nicht bestreiten, dass die Differenzirung der beiden organischen Reiche schon auf tiefster Stufe der Einzelligen anheben konnte, ja dass die Vorläufer dieses Entwicklungsprocesses vielleicht heutzutage gar nicht mehr existiren, demnach alle Organismen in eine der beiden genealogischen Reihen eingeschaltet werden könnten. Ein solcher Gedankengang scheint um so eher berechtigt, als thatsächlich alle Organismen nur zwei Hauptentwicklungsrichtungen des Lebens zustreben, der thierischen und der pflanzlichen; eine dritte, irgendwie bestimmt charakterisirte nicht zu erkennen ist.

Bevor wir eingehender untersuchen, welche Wahrscheinlichkeitsschlüsse unsere zeitigen Kenntnisse in dieser Hinsicht gestatten, scheint es angezeigt, die seitherigen Meinungen kurz zu charakterisiren, wobei uns natürlich die der Zoologen besonders beschäftigen müssen.

Es ist nicht unsere Absicht, an dieser Stelle eine ausführliche historische Uebersicht der Erörterungen über die Grenzlinie beider Reiche im Gebiet der Einzelligen zu geben. Eingehenderes hierüber bieten die historischen Abschnitte, welche den einzelnen Protozoëngruppen vorausgehen, speciell die über die Flagellaten und Infusorien. Ebensowenig verweilen wir bei den vielfach wiederholten Versuchen: einzelne Gruppen der Protozoën oder die ganze Abtheilung den höheren Thieren oder auch den Pflanzen einzureihen und so schliesslich die Abtheilung überhaupt zu streichen. Auch über diese schon frühzeitig auftretenden Versuche gewähren die historischen Ueberblicke der Einzelgruppen specielleren Aufschluss, namentlich möge wieder auf den Abschnitt über die Infusorien verwiesen werden. Erwähnt werde nur, dass von neueren Forschern besonders L. Agassiz*) und Milne-Edwards**) für die gänzliche Auflösung der Protozoën und ihre Vertheilung auf Pflanzen und Thiere oder gewisse Gruppen der höheren Thierwelt eintraten.

Die Ansichten der Forscher über die Abgrenzung der beiden Reiche auf dem Gebiet der Einzelligen, resp. über die Stellung, welche den sog. Protozoën zu oder zwischen beiden Reichen anzuweisen sei, bewegten sich in zwei Richtungen. — Die meisten Biologen hielten daran fest, dass die Sonderung beider Reiche bis zur tiefsten Stufe der Lebewesen hinab durchführbar sei; sie vertraten daher im Allgemeinen die Ansicht, welche oben als eine mögliche, wenn auch unerwiesene bezeichnet wurde. Dass die Annäherung beider Reiche eine sehr weitgehende sei, erkannten zwar auch diese Forscher meist bereitwillig an, glaubten aber, dass bei allseitiger Berücksichtigung des Gesammtcharakters eines zweifelhaften Organismus eine Entscheidung über seine Stellung möglich sei. Es soll nicht näher erörtert werden, inwiefern die Gründe, welche den einzelnen Gelehrten maassgebend schienen, mehr oder weniger künstlich oder natürlich waren. Wie gesagt, hatte diese Auffassung entschieden die Mehrzahl der Biologen für sich, unter denen wir hier nur Ehrenberg***), Dujardin, Siebold, Stein, Carus†), Claparède-Lachmann, Gegenbaur, Claus, Huxley, Kent und Künstler††) ausser vielen Andern nennen.

Nach der Art, wie die Sonderung der beiden Reiche durchgeführt werden sollte, trennten sich die Anhänger dieser Ansicht selbst wieder in zwei Gruppen. Fast Alle betrachteten die physiologischen Leistungen als ausschlaggebend und beurtheilten danach die Stellung zweifelhafter Organismen. Nur Gegenbaur†††) vertrat eine andere Auffassung. Er hoffte auf morphologischer Grundlage zu einer naturgemässen Sonderung der beiden Reiche gelangen zu können. Der Bau der Gewebe typischer Thiere, die innigere Vereinigung ihrer Zellen in Verbindung mit tiefer gehender Differenzirung derselben zu verschiedenartigen Leistungen, schien ihm den wesentlichen morphologischen Charakter der Thierheit zu bilden. Im Gegensatz dazu boten die pflanzlichen Organismen strengere Individualisation

*) Siehe Näheres pag. 1156. Dort auch über ähnliche Versuche von anderer Seite.

**) Leçons s. la physiologie et l'anatomie comparée. T. II. p. 13 u. T. V. p. 289 u. 328 Anm.

***) Dass die Ansicht Ehrenberg's über den Umfang des Thierreichs speciell auf dem Gebiet der Einzelligen von der der übrigen Forscher sehr abwich, kommt hier natürlich nicht in Betracht. Um so entschiedener vertrat er, auf Grund seiner Meinungen, die absolute Differenz zwischen den beiden Reichen.

†) System der thierischen Morphologie. Leipzig 1853.

††) Les origines de la vie. Journ. de Micrographie T. VIII.

†††) De animalium plantarumque regni terminis et differentiis. Programma Jen. 1860. Auf die besondere Bedeutung der Verschiedenheit der Gewebe für die Charakterisirung der beiden Reiche hatte Gegenbaur schon 1858 in seinen Grundzügen der vergl. Anatomie hingewiesen, hier jedoch noch einzellige Thiere anerkannt. Für das Vorkommen solcher war namentlich auch J. V. Carus 1853 eingetreten (System der thierischen Morphologie).

(Sonderung) der constituirenden Zellen ihrer Gewebe, neben einer viel geringeren Differenzirung derselben. Auf diesem Wege, welcher unsere Anerkennung insofern verdient, als er von dem richtigen Gedanken ausging, dass die morphologischen Charaktere für die Abgrenzung natürlicher Gruppen vornehmlich maassgebend seien, entschied sich Gegenbaur dafür, dass überhaupt sämmtliche einzelligen Wesen dem Pflanzenreich überwiesen werden müssten. Zum besseren Verständniss dieser Ansicht muss betont werden, dass Gegenbaur die thierähnlichsten Protozoën, wie Infusorien und Rhizopoden, für Complexe theilweis verschmolzener Zellen hielt und sie daher anstandslos seinem Thierreich unterordnete. — Dass G.'s Ansicht keinen Beifall fand — nur Häckel stimmte ihr 1862*) lebhaft zu — lag wohl darin, dass es in gewissem Grade willkürlich erschien: alle Einzelligen einfach zu Pflanzen zu stempeln. An und für sich wäre gegen die vorgeschlagene, morphologisch schärfere Umgrenzung einer typischen Thiergruppe in der Gegenbaur'schen Weise nichts einzuwenden gewesen: auch lebte dieselbe später ihrem Wesen nach in der Abtheilung der Metazoën wieder auf. Es schien aber doch sehr fraglich: ob in Betracht der ausgesprochenen Thierähnlichkeit zahlreicher Einzelligen und der Zweifel, welche über die Ein- oder Mehrzelligkeit vieler sog. Protozoën noch bestanden, der Stamm der typischen Thiere nicht noch tiefer abwärts ins Gebiet der Einzelligen zu verfolgen sei. Denn dass die mehrzelligen Thiere aus einzelligen Organismen entstanden seien, war auch Gegenbaur's Ansicht. Wäre aber der Stamm des Gegenbaur'schen Thierreichs bis auf zweifellos einzellige Organismen zu verfolgen, dann erschien es unnatürlich, alle Einzelligen den Pflanzen zu überweisen.

Ein solcher Gedankengang lag denn auch wohl der Kritik zu Grunde, welche vornehmlich Claus**) an Gegenbaur's Ansicht übte, obgleich mehr unbewusst; denn dass allein die genealogischen Beziehungen für die Entscheidung maassgebend sein könnten, wird in seiner Schrift nicht angedeutet. Dieselbe vertheidigt vielmehr hauptsächlich die Ansicht, dass auch Einzellige mit ausgesprochen physiologisch-thierischer Natur existiren dürften.

Auf einem anderen Wege wurde endlich schon seit alter Zeit eine Lösung des Dilemma versucht, nämlich durch Aufstellung eines dritten oder Mittelreichs der Organismenwelt, dazu bestimmt, die niedrigsten und zweifelhaften Formen im Gegensatz zu den typischen Thieren und Pflanzen aufzunehmen. Wir übergehen hier die älteren Versuche in dieser Richtung. Schon Buffon, Münchhausen, Oken, später Bory de St. Vincent machten Vorschläge in dieser Hinsicht, über welche das Genauere in dem historischen Abschnitt über die Infusorien dargelegt wurde. Die meisten dieser Bemühungen waren schon deshalb hinfällig, weil sie in das Mittelreich mehr oder weniger willkürlich auch echte Thiere von pflanzenähnlichem Aeusseren zogen. Erst in neuerer Zeit erhoben sich wieder Stimmen, welche die Schwierigkeiten in ähnlicher Weise zu lösen versuchten.

Soviel mir bekannt, ging diese Bewegung von Owen, dem verdienstvollen englischen Morphologen aus***). 1860†) plädirte derselbe für eine grundsätzliche Gegenüberstellung der sog. Protozoa gegen die Reiche der Animalia und Vegetabilia. Die Protozoën bildeten

*) Die Radiolarien p. 163. Alles Einzellige gehöre zu den Pflanzen. Zweifelhaft in ihrer Stellung seien die Spongien, Gregarinen und Myxomyceten. Gleichzeitig erachtete er es auch für wahrscheinlich, dass die bei den Thieren verbleibenden Protozoën später in mehrere Gruppen zerlegt werden müssten, dass namentlich die Infusorien und Rhizopoden gesondert zu werden verdienten, ähnlich wie dies s. Z. für Coelenterata und Echinodermata geschehen sei. Es handelte sich also um eine Auflösung des Typus, wie sie Carleer schon früher (Ann. des universités de Belgique II. s. I. 1858—59 p. 281) vorgeschlagen hatte, der den Protozoëntypus in die Infusoria und Rhizopoda zerlegen wollte. Die ersteren seien mit den Polypen (= Coelenterata) in gewissem Zusammenhang; die letzteren bildeten eine Gruppe für sich, die unterste des ganzen Thierreichs.

**) Claus, C., Ueber die Grenze des thierischen und pflanzlichen Lebens. Marburger Programm 1864.

***) Einige Erörterungen über die Möglichkeit eines Mittelreichs der Einzelligen finden sich zwar schon bei Carus (System der thierischen Morphologie 1853).

†) Palaeontology. 1. Auflage p. 4.

ein drittes Reich von Lebewesen indifferenter Natur. Er betonte namentlich, dass sie meist aus einfachen Zellen bestünden. Owen rechnete zu seinen Protozoen die Klassen der Amorphozoa (Spongia), Rhizopoda und „die meisten der Polygastrica Ehrenberg's" (einschliesslich der Diatomeen und Desmidiaceen). — Ihm schloss sich J. Hogg (1861)*) an, ohne etwas Wesentliches zuzufügen; nur stiess er sich an dem Namen Protozoa, welchen Owen dem indifferenten Mittelreich belassen oder gegeben hatte, da es doch keine Thiere enthielte, und nannte dasselbe daher Protoctista (κτίστα = geschaffene Dinge). Owen fühlte später selbst das Bedürfniss einer andern Bezeichnung und verwendete daher in der 2. Auflage seiner Paläontologie (1861) den Namen Acrita (= Undifferenzirte, von κρίνω, sondern).

Auf directe Anregung durch Owen ist auch die Ansicht der Amerikaner Wilson und Cassin (1862)**) zurückzuführen. Auch sie hielten die Errichtung eines Mittelreiches, Primalia genannt, für nothwendig; sie glaubten, dass ihre drei Reiche scharf von einander geschieden seien. Ohne hier genauer auf W.'s und C.'s Erörterungen einzugehen, werde nur betont, dass ihre Primalia sich durchaus nicht mit Owen's Protozoa oder Acrita deckten; nach ihrer Aufzählung enthielten dieselben vielmehr als eigentlichen Stamm diejenigen Pflanzen, welche jetzt als Thallophyta bezeichnet werden, daneben noch die Spongia. Jedenfalls rechneten sie dazu auch Owen's Protozoa, doch äussern sie sich über dieselben nicht specieller. W.'s und C.'s Ansichten gingen daher weit über Owen und alles spätere hinaus; ihre Primalia waren unnatürlicher als alle ähnlichen Versuche.

Seit 1866 vertrat Häckel die Errichtung eines neutralen Mittelreichs der Protista mit besonderer Wärme. Man kann aber schwerlich behaupten, dass sein Gedankengang, wie er sich 1866 in der generellen Morphologie offenbart, ein zutreffender war. Von vornherein war H. überzeugt, dass die Hauptgruppen des Organismensystems, die beiden oder die drei Reiche, welche er jetzt aufstellte, unnatürliche oder künstliche Abtheilungen sein müssten. Er erachtete es damals für sehr wahrscheinlich, dass nicht nur die einzelnen Stämme oder Phylen seiner Pflanzen und Thiere, sondern auch die Hauptgruppen oder Stämme des Protistenreichs selbstständig und getrennt aus den niedersten Moneren entsprungen seien. Die Consequenz dieser Anschauung hätte naturgemäss zu einer Auflösung der beiden früheren Reiche und zur Errichtung einiger selbstständiger Stämme für die vermeintlichen Protisten führen müssen, schwerlich aber zur Aufstellung eines dritten künstlichen Reiches neben zwei anderen, gleichfalls künstlichen. Hierzu lag um so weniger Nöthigung vor, als Häckel selbst anerkannte, dass man thierische und pflanzliche Protisten unterscheiden könne. Wenn daher die beiden Reiche der Pflanzen und Thiere künstliche sind, wie angenommen wurde, so hätten wohl auch die Protisten auf sie vertheilt werden können, ohne die Künstlichkeit besonders zu vermehren. Dieser Schluss scheint um so gerechtfertigter, als Häckel nicht versuchte, seine Protisten morphologisch schärfer zu charakterisiren, vielmehr nur die Einfachheit der Organisation und Fortpflanzung, sowie die häufige Unentschiedenheit des physiologischen Charakters als Eigenthümlichkeiten des Reiches hervorhob. Während Owen, obgleich nicht ganz consequent, die einzellige Natur seiner Protozoën betonte, that dies Häckel keineswegs, denn er überwies typisch einzellige Algen, wie die Protococcoideen und Desmidieen, dem Pflanzenreich, andererseits die Infusorien den Thieren, obgleich deren Mehrzelligkeit viel zweifelhafter schien wie die der Radiolaria (seiner damaligen Auffassung gemäss) oder gar die der Spongien. Demnach ermangelte das Protistenreich Häckel's von 1866 (Moneres, sog. Protoplasta [Amöben und Gregarinen], Diatomea, Flagellata, Myxomycetes, Noctiluca, Rhizopoda und Spongiae) eines einheitlichen morphologischen und daher auch genealogischen Charakters im Sinne des Gründers selbst. Für seine Errichtung war im Wesentlichen der unentschiedene physiologische Charakter der vereinigten Gruppen und die Einfachheit ihrer Organisation ausschlaggebend. Schien der physiologische Charakter entschiedener pflanzlich oder thierisch, so zögerte Häckel auch bei einfachster Organisation der betreffenden Organismen nicht, sie den beiden andern Reichen zu

*) On the distinctions of a Plant and an Animal, and on a fourth kingdom of nature. Edinburgh n. philosph. journal N. s. Vol. XII.

**) On a third kingdom of organized beings. Proceed. Acad. nat. science Philadelphia 1863. p. 113.

überweisen. Man wird es daher auch nicht ungerechtfertigt erachten, dass das Protistenreich nicht viele Anhänger fand. In der kommenden Zeit arbeitete Häckel fortgesetzt an der Verbesserung des neuen Reichs, und es gelang ihm denn auch, dasselbe in mancher Hinsicht natürlicher zu gestalten und einer wirklichen morphologisch genealogischen Gruppe näher zu führen. Dennoch bildete der physiologische Charakter, resp. dessen angebliche Unentschiedenheit, welche für zahlreiche Protisten (man denke nur an die Infusorien) keineswegs zutrifft, stets maassgebend für Häckel's Umgrenzung der Protisten. Auch in seinem letzten Protistensystem werden wie früher die einzelligen Algen ausgeschlossen. Bis zuletzt hielt er ferner den polyphyletischen Ursprung der Protisten für das Wahrscheinlichste und bezweifelte daher selbst ihre Bedeutung als genealogische Gruppe; doch gelang es, sie wenigstens gegen die typischen Thiere schärfer abzugrenzen. Die 1868*) den Protisten zugerechneten sog. Phycochromaceae der Botaniker wurden später (1875**) und 1878***) wieder ausgeschieden. Seit 1868 rechnete er dagegen sämmtliche Fungi zu den Protisten, wofür neben dem thierähnlichen Stoffwechsel hauptsächlich die angebliche Kernlosigkeit und die vermeintliche Verwandtschaft mit den Myxomyceten maassgebend schienen. Wie unsicher sich Häckel jedoch hinsichtlich der Fungi fühlte, geht daraus hervor, dass er sie 1875 wieder eliminirte, 1878 von neuem aufnahm. Diese Einreihung aller Pilze unter die Protisten beeinträchtigte unserer Ansicht nach die Natürlichkeit der Abtheilung sehr. Selbst wenn man zugibt, dass diese Gruppe direct aus einfachsten Moneren entsprungen sei, wäre wegen der eigenartigen, hohen Organisation, welche sie im Gegensatz zu allen übrigen Protisten erlangt, ihre Abtrennung und selbstständige Stellung angezeigt, um so mehr, als Häckel selbst den polyphyletischen Ursprung seiner Protisten vertheidigte. Dagegen vermissen wir noch 1875 (wie früher) unter den Protisten die Bacteriaceen. Die Spongien wurden seit ihrer Auffassung als Coelenteraten entfernt. Erst 1873 gesellten sich die Infusorien den Protisten zu, nachdem mit Aufstellung der Gastraeatheorie der sog. Metazoën die Unhaltbarkeit der früheren Ansicht über die Stellung der Infusorien eclatanter hervorgetreten war†). Dazu hätte es aber wohl der Theorie der beiden Keimblätter der typischen Thiere nicht bedurft, denn die Furchung ihrer Eier war seit langer Zeit und die Erfahrungen über die angebliche Nichtexistenz dieser Erscheinung an den Eiern oder Keimen der Infusorien schon vor 1866 genügend bekannt.

Gelegentlich gab Häckel zu, dass es ihm gleichgültig scheine, ob seine Protista als Protozoa bezeichnet und dem Thierreich einfach im Gegensatz zu den Metazoa einverleibt wurden, oder ob sie als Protista die Rolle eines Mittelreichs weiterführten††). Zwar wären theoretisch Protozoën (d. h. die genealogisch directen Vorläufer der typischen Thiere) von Protisten (die weder mit echten Thieren noch Pflanzen genealogisch verknüpft seien), zu unterscheiden, doch sei die Durchführung dieser Scheidung praktisch ganz unmöglich. Früher zwar hatte er mehrfach versucht, Protozoa im obigen Sinne aus den ehemaligen Protisten zu sondern†††); als solche schienen die Infusorien und seltsamer Weise die Gregarinen gelten zu dürfen, welchen sich dann als Ovularia oder Eithiere diejenigen hypothetischen Moneren und Amöben zugesellten, durch welche der genealogische Stamm der Thiere zur Vielzelligkeit emporgestiegen sei.

1878 endlich nahm Häckel wieder die Protista im ganzen Umfange auf, bestehend aus den 14 Klassen der: Monera, Lobosa, Gregarinae, Flagellata, Catallacta, Ciliata, Acineta, Labyrinthulea, Bacillariae, Fungi, Myxomycetes, Thalamophora, Heliozoa und Radiolaria. Dabei betonte er nochmals, dass er der polyphyletischen Entstehung der Protisten den Vorzug gäbe.

*) Monographie der Moneren. IV. Begrenzung des Protistenreichs. Jen. Ztschr. IV. 1868.
**) Natürliche Schöpfungsgeschichte 6. Auflage. 1875.
***) Das Protistenreich. 1878.
†) Morphologie der Infusorien. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. VIII. 1873.
††) Nachträge zur Gastraeatheorie. Jen. Zeitschr. XI. 1877.
†††) Morphologie der Infusorien und Schöpfungsgeschichte. 6. Aufl.

Das Häckel'sche Protistenreich erwarb sich eine Reihe Anhänger, auf welche einzugehen unnöthig erscheint, da sie den weiteren Ausbau der Lehre nicht förderten. Fassen wir das über die Bestrebungen zur Gründung eines Mittel- oder Protistenreichs Bemerkte zusammen, so fällt das Schwankende in der Umgrenzung der Gruppe auf, der bald einiges zugefügt, bald einiges weggenommen wurde. Zwar trat die ursprüngliche Ansicht: in den Protisten eine ganz künstliche, vorwiegend praktischer Bedürfnisse wegen vereinigte Gruppe aufzustellen, bald mehr in den Hintergrund; es wurde wenigstens die Möglichkeit zugegeben, dass die Protisten selbst monophyletisch entstanden und daher einer genealogischen Gliederung und einer Abgrenzung gegen die beiden höhern Reiche zugänglich seien. Dass die Monophylese der typischen Pflanzen und Thiere die naturgemässere Hypothese sei, hatte Häckel seit Beginn der 70er Jahre gegen früher anerkannt. Das Schwankende in der Umgrenzung der Protisten rührte wesentlich daher, dass nicht versucht wurde, sie morphologisch schärfer zu charakterisiren. Mit der Einreihung der Pilze unter die Protisten war dies unmöglich geworden; ebenso blieb eine morphologische Abgliederung gegen das Pflanzenreich unmöglich, denn die einzelligen Algen morphologisch von gewissen Abtheilungen der Protisten zu scheiden, war undurchführbar. — Wollte man aber andererseits, wie es Häckel gelegentlich auch bevorzugte, die Stämme der Pflanzen und Thiere bis zu den niedersten einzelligen abwärts verfolgen und daneben noch eine Reihe niederer Formen als neutrale Protisten festhalten, so durfte man fragen, mit welchem Recht dies geschehe? Warum die Rhizopoden neutrale Protisten sein sollten, während die Amöben oder ihnen doch entsprechende in den genealogischen Stamm der Thiere gehörten? Wieso die Gregarinen dazu kamen, als Thiere zu fungiren, ja in die Ursprungslinie der Metazoën fielen? Darauf dürfte schwerlich eine genügende Antwort gegeben werden können. Wodurch sich die Monera animalia als Stammväter des Thierreichs von den Monera neutralia, den Eltern der neutralen Protisten unterscheiden, dürfte als ein unlösbares Räthsel erscheinen. Dagegen wäre es jedenfalls besser erschienen, die beiden alten Reiche zu belassen und die Einzelligen nach ihren Charakteren auf dieselben zu vertheilen, so gut es eben ging; ähnlich wie dies seit alter Zeit gehalten worden war.

Jedenfalls erforderte das Protistenreich so gut wie die beiden anderen Reiche einen einheitlichen morphologischen Charakter. Denn dass die beiden letzteren überhaupt von ihnen abgesondert wurden, beruhte wenigstens für die typischen Thiere darauf, dass ein solcher gemeinsamer und höherer Charakter der Organisation nachweisbar schien.

Unserer Ueberzeugung gemäss, worin wir mit Häckel und den meisten Biologen übereinstimmen, ist die Frage nach der Grenze beider Reiche und die Stellung der Einzelligen zu denselben nur auf genealogischem Wege zu lösen. Inwiefern unsere heutigen Kenntnisse dazu ausreichend erscheinen, kann mit Recht bezweifelt werden. Dennoch muss der Versuch gewagt werden, wollen wir anders nicht auf jede Lösung und eine Stellungnahme in der Angelegenheit verzichten. Die Möglichkeit eines polyphyletischen Ursprungs der Organismen kann nicht geleugnet werden. Irgend ein positiver Nachweis hierfür scheint aber ausgeschlossen. Zu einer solchen Annahme könnte demnach nur die erwiesene Unmöglichkeit eines monophyletischen Stammbaums der Organismenwelt führen. Für die typischen mehrzelligen Thiere und Pflanzen dürfte die Monophylese heutzutage mehr als wahrscheinlich sein; für die Einzelligen ist ihre Möglichkeit keineswegs von vornherein zu leugnen*).

*) Ich bin mir wohl bewusst, dass gerade die entgegengesetzte Ansicht: nämlich der polyphyletische Ursprung der Organismen, und im Besonderen der der Einzelligen, von Biologen, welche viel und gut über diese Frage nachgedacht haben, vertheidigt, ja für die einzige wissenschaftliche Möglichkeit erklärt wurde. Abgesehen von Häckel geschah dies namentlich von Nägeli (s. Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre 1884). Ich

Ueberschauen wir dieselben im Lichte unserer heutigen Erfahrungen, so scheint sich vielmehr ein monophyletischer Zusammenhang der Gruppen

glaube daher meinen abweichenden Standpunkt ein wenig näher darlegen zu sollen, um nicht Gefahr zu laufen, durch blossen Hinweis auf Nägeli's Ansichten anscheinend widerlegt zu werden. N. (p. 464) erachtet allein die Annahme: dass die spontane Erzeugung einfachster Organismen zu allen Zeiten stattgefunden habe, für wissenschaftlich begründbar. Er bemerkt dann weiter: „Wenn einmal aus unorganischen Stoffen organische Verbindungen und Organismen entstehen konnten, so musste dies stets eintreten, wo und wann jene Bedingungen vorhanden waren." Dies klingt sehr präcis und wäre es auch, wenn nicht das ganze Fundament des Schlusses völlig unbestimmt erschiene. Was wissen wir denn von den Bedingungen der spontanen Entstehung einfachster Organismen? Nägeli verweist uns zwar auf sein Kapitel über die Urzeugung, es bedarf aber wohl keines Nachweises, dass dasselbe von jenen Bedingungen durchaus nichts mittheilt, sondern nur einige ganz allgemeine Erwägungen darüber anstellt, was man sich allenfalls bei dem ganz embryonalen Stand unserer diesbezüglichen physikalisch-chemischen Kenntnisse über eine Urzeugung denken könne. Da wir von diesen Bedingungen geradezu nichts wissen — höchstens berechtigt sind, die Möglichkeit des Eintretens geeigneter Bedingungen auf Grund unseres Wissens zuzugeben — so lässt sich auch vorerst in keiner Weise entscheiden, ob diese Bedingungen in der Entwicklungsgeschichte unseres Planeten nur einmal, mehrmals oder ob sie gar stets statthatten. Da Nägeli letzteres annimmt, und seine mechanisch-physiologische Abstammungstheorie gleichzeitig eine fortwährende Weiterbildung einmal entstandener Organismen zur Voraussetzung hat, einen Beharrungszustand der Organismen eigentlich ausschliesst, so führt ihn dies nothwendig zur Annahme, dass die Stämme der höchstentwickelten Organismen die ältesten sein müssten, die einfachsten dagegen, speciell die Einzelligen, relativ sehr jungen Datums. Die Einfachheit letzterer ist eben nach seiner Ansicht eine Folge ihrer verhältnissmässig jugendlichen spontanen Entstehung. Im Besonderen entwickelt er diesen Gedanken für die Schizophyceen. Wie gesagt, scheint mir theoretisch keine Nöthigung zu einer solchen Annahme vorzuliegen; auch wäre wohl ein viel grösserer Reichthum an verschiedenen Stämmen zu erwarten, wenn die Sache einen solchen Verlauf genommen hätte.

Wie verhalten sich aber dazu die paläontologischen Thatsachen, welche uns doch allein einen thatsächlichen Maassstab für das Alter der Stämme geben? Zunächst lehren dieselben auf das Bestimmteste, dass von dem Muss einer unbedingten Weiterbildung keine Rede sein kann. Die Beispiele der Brachiopoden, Cephalopoden und anderer Abtheilungen sind zu bekannt, um hier genauer ausgeführt zu werden. Vielleicht wird man aber einwerfen, dass dies Abtheilungen seien, welche seit der Urzeit schon rückschritten. Wenden wir uns zu den Protozoën selbst. Da finden wir denn, dass die beiden Abtheilungen der Rhizopoden und Radiolarien, über welche die Paläontologie Aufschluss geben kann, schon in den ältesten Ablagerungen unzweifelhaft vertreten sind. Wenn auch die Rhizopodenfauna der älteren paläozoischen Schichten noch immer etwas unsicher erscheint, so beweist doch die reiche Mannigfaltigkeit der Rhizopoden der Kohlenformation, unter welchen sich schon höchstentwickelte Formen finden, zweifellos, dass der Ursprung der beschalten Rhizopoden viel tiefer hinabreicht. — Für die Radiolarien, welche lange nicht über die Tertiärzeit zurückverfolgt werden konnten, wissen wir jetzt, dass sie in den ältesten paläozoischen, ja cambrischen Schichten vorkommen (vergl. Rüst, Palaeontographica Bd. 31, p. 271 und Häckel, die Radiolarien 2. Theil, 1887). Beide Gruppen lassen ferner erkennen, dass zwar im Allgemeinen während dieser langen Zeit ein gewisser Fortschritt stattgefunden hat, dass gewisse Formen erloschen, andere sich allmählich differenzirten und änderten, dass jedoch über den Typus der Abtheilung hinaus keine Fortbildung geschah. Letzteres lässt sich mit aller Bestimmtheit behaupten, da heutzutage keine Organismen existiren, welche als entwickeltere auf diese Gruppen zurückzuführen wären. Während eines Zeitraums also, in welchem die Ahnen der Säugethiere von einer fischähnlichen Stufe bis zum Menschen fortgeschritten sein müssen und zu dessen Beginn noch keine phanerogame Pflanze existirte, verharrten diese, wie viele andere Gruppen der Thier-

als wahrscheinlich zu ergeben und damit auch eine monophyletische Abstammung der ganzen Organismenwelt*). Da eine Orientirung über die vermuthlichen genealogischen Zusammenhänge am kürzesten und prägnantesten durch die Aufzeichnung eines Stammbaums geschieht, geben wir unseren Ideen in einem solchen Ausdruck, ohne damit zu verkennen, wie viele Schwierigkeiten der hypothetischen Begründung desselben zur Zeit noch entgegenstehen (s. den Holzschnitt auf d. folg. p.).

Zur Erläuterung dieser Aufstellungen und der Schlussfolgerungen, welche denselben für unser Thema entspringen, diene das Nachstehende.

Die Wurzel aller Einzelligen suchen wir nicht in amöbenartigen Formen, sondern wie es im Abschnitt über die Verwandtschaftsverhältnisse der Flagellaten schon früher dargelegt wurde, in Formen, welche durch ihre Eigenthümlichkeiten zwischen den Sarkodinen und den Mastigophoren vermittelten und sich vielleicht noch in der Gruppe der Rhizomastigoda am reinsten erhielten. Es scheint zur Zeit unnütz, darüber speculiren zu wollen, ob diesen Formen noch einfachere vorausgingen und welchen Bau dieselben eventuell besassen**).

Dagegen bedarf die Frage nach der Berechtigung der sog. Monerenabtheilung, welche Häckel stets als die primitivste aller Protisten be-

welt auf wesentlich derselben Bildungsstufe. Beide Gruppen aber sind solche, welche in der Jetztwelt noch eine ganz bedeutende Rolle spielen, für welche keinerlei Anzeichen des Rückschritts vorliegen.

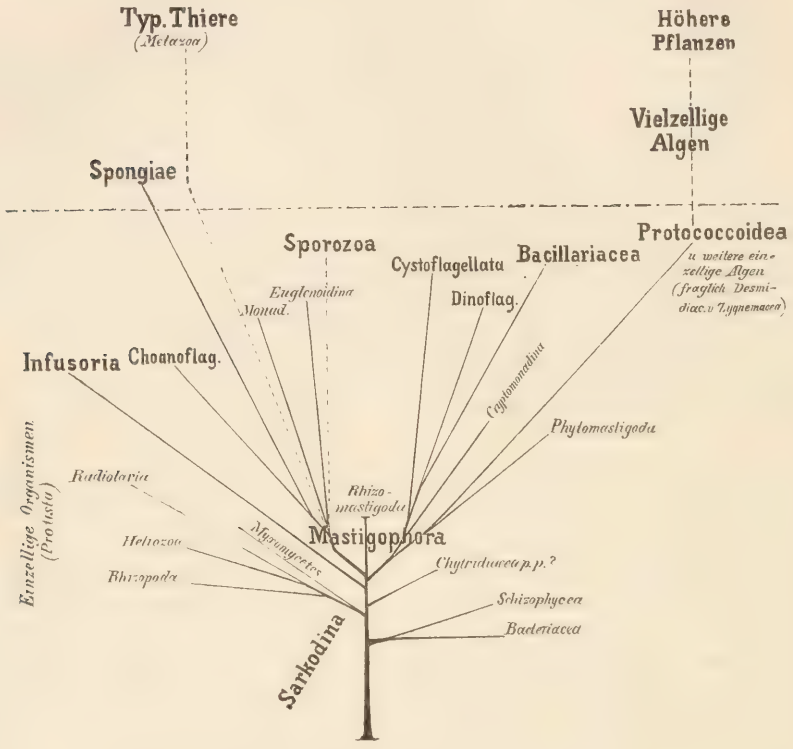
Ausser den Bacillariaceen gibt es keine weitere Gruppe der Einzelligen, welche fossil ausgiebig erhaltungsfähig ist. Die Bacillariaceen konnte man vorerst nicht sicher über die Jurazeit zurückverfolgen (vergl. Rüst l. c.). Eine triasische Form (Bactryllum) ist zweifelhaft. Wenn es auch möglich ist, dass sie thatsächlich nicht älter sind, oder vielleicht von Ahnen abstammen, deren Zellhäute unverkieselt waren, so scheint es mir doch sehr gerathen, weitere Untersuchungen abzuwarten, namentlich im Hinblick auf die neueren Erfahrungen über die Radiolarien. Die paläontologischen Ergebnisse lehren demnach gerade das Entgegengesetzte wie Nägeli's Theorie. Sie zeigen, dass Gruppen der Einzelligen sich seit uralter Zeit in wesentlich gleicher Bildung erhielten und zu keiner höhern Entwicklungsreihe führten. Dieselbe Möglichkeit ist demnach auch für die übrigen Gruppen nicht ausgeschlossen und die Erwägung eines monophyletischen Ursprungs wird dadurch näher gelegt.

Ueberhaupt lehrt uns der Gesammtgang der paläontologischen Entwicklung, dass stets nur wenige Formen einer Gruppe (wenn überhaupt welche) einer aufsteigenden Entwicklung in erheblichem Maasse fähig waren, dass die grosse Masse dagegen nie mehr über den beschränkten Typus ihres Zweiges hinausgelangte, wenn sie nicht überhaupt ausstarb. Worauf dies eventuell zurückführbar scheint, kann an dieser Stelle nicht untersucht werden.

*) Ueber die Bedeutung der grossen Uebereinstimmung der Kerntheilungsvorgänge thierischer und pflanzlicher Zellen für die Monophylese vergl. meine, im Anschluss an Strasburger geäusserten Bemerkungen in „Studien über die Entwicklung etc.“ Abhandl. Senckenberg. Gesellsch. Bd. X. 1876 (p. 206—7 des S. A.'s). Die Schwierigkeit, welche damals noch in der vermeintlichen spontanen Entstehung von Nuclei erblickt wurde, besteht natürlich heute nicht mehr.

**) Speculationen hierüber findet man bei Nägeli: „Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre“ 1884, welcher ein besonderes Reich der Probien oder Urorganismen aufstellt, die einfachsten ursprünglichsten, jedoch bis jetzt noch ganz unbekannten. Mit dieser Erwähnung will ich jedoch keineswegs meine Uebereinstimmung mit der Nägeli'schen Speculation aussprechen.

trachtete, einer kurzen Erörterung. Wie die frühern Abschnitte dieses Werkes schon zeigten, vermied ich die Aufstellung einer solchen Gruppe, da ich ihre Existenz von jeher bezweifelte. Bekanntlich bildet die Kernlosigkeit den einzigen Charakter der sog. Moneren, welche im Uebrigen bald mehr flagellatenartig, bald mehr sarkodinenartig erscheinen. Die



Errichtung der Gruppe fällt in eine Zeit, wo die Methoden der Kernnachweisung sehr wenig ausgebildet waren, namentlich aber auch die Thatsache kaum gewürdigt wurde, dass häufig statt eines einzigen ansehnlichen Kernes zahlreich kleine und daher schwer nachweisbare vorhanden sein können. Die Erfahrungen auf botanischem wie zoologischem Gebiet, sowohl im Bereich der Viel- wie der Einzelligen haben seit dieser Zeit ergeben, dass die Kerne in den meisten Fällen, wo sie lange vermisst wurden, thatsächlich nicht fehlen. Wenn wir auf Gesetzmässigkeit in der Natur überhaupt bauen dürfen, so berechtigen die heutigen Erfahrungen zum Schlusse, dass mit alleiniger Ausnahme der Gruppen der Schizophyceae und Bacteriaceae am allgemeinen Vorhandensein der Kerne nicht zu zweifeln ist. Ich hege denn auch die feste Ueberzeugung, dass bei allen angeblichen Moneren Häckels, sofern sie nicht diesen beiden Gruppen zugehören (allein die Bacterien zählt übrigens Häckel als Tachymonera der Monerengruppe zu) der angebliche

Kernmangel nur auf ungenügender Erforschung beruht. Mir begegnete bei vielfachen Studien in der Welt der Einzelligen wenigstens niemals eine Protamoeba oder eine Protomonas, und anderen Beobachtern erging es ähnlich (s. Entz*); auch Schmitz**), der sich um den Nachweis der Kerne niederer Pflanzen grosse Verdienste erwarb, spricht sich ähnlich aus).

Wie es aber mit der anscheinenden Kernlosigkeit der Schizophyceen und Bacteriaceen steht, bedarf zweifellos weiterer Aufklärung. Die Untersuchung dieser Gruppen auf Nuclei oder ähnliche Einschlüsse wurde lange Zeit sehr vernachlässigt, da die Frage nach den Kernen von den Botanikern, welchen das Studium dieser Abtheilungen dem Herkommen gemäss oblag, bis in die jüngste Zeit wenig beachtet wurde. Zwar wurden die Bacterien neuerdings der Gegenstand zahlloser Untersuchungen, die aber hauptsächlich von Gesichtspunkten ausgingen, welchen morphologische Fragen fern lagen und denen gleichzeitig ein weiterer Ausblick auf die Welt der verwandten niederen Organismen mangelte.

Immerhin zeigten die Untersuchungen von Schmitz***), dass das Plasma der Schizophyceae stark färbbare kleinere oder grössere Körnchen in verschiedener Zahl enthält, die manchmal auch in einer Gruppe zusammenliegen. Zwar zweifelt Schmitz an der Kernnatur dieser Einschlüsse, obgleich er sie früher (1879) für echte Nuclei gehalten hatte. Ich erachte es aber doch für möglich, dass diese Körper Nuclei einfachster Art entsprechen, d. h. dichte Nucleinkörner sind. Auch sehr verdichtete kleine Kerne oder Kernfragmente unzweifelhafter Natur erscheinen bei Infusorien etc. als kleine stark färbbare Körner. Auch für die Bacterien liegt die Frage keineswegs klar, was de Bary†) anerkannte. Färbbare Körner sind im Plasma gewisser Bacterien nachweisbar; ihre Bedeutung ist jedoch vorerst ähnlich unsicher, wie die der Oscillarien und Verwandten. Wir können aus dem Ermittelten nur schliessen, dass selbst für die beiden letzterwähnten Gruppen der Kernmangel zweifelhaft ist. Daher scheint die Möglichkeit vorerst nicht ausgeschlossen, dass der Aufbau aus Plasma und geformter Kernsubstanz überhaupt eine Auszeichnung alles Lebenden ist.

Bei diesem Stand der Forschung vermag ich eine Abtheilung der Monera als Ausgangspunkt der höheren Einzelligen nicht zu rechtfertigen.

Unsere Gründe für die Ableitung der Gruppen der Bacterien, Schizophyceen, Sarkodinen, Myxomyceten und wahrscheinlich auch der Chytridiaceen (wenigstens z. Th.) wurden im Abschnitt über die Verwandtschaftsbeziehungen der Flagellaten eingehender darge-

*) Entz, Studien über Protisten I. Th. Pesth 1888. p. 254—55.

**) Schmitz, Resultate seiner Untersuch. über die Zellkerne der Thallophyten. Sitzber. der niederrh. Gesellsch. f. Nat. u. Heilk. 1879.

***) ibid. 1880 Untersuch. über die Structur des Protoplasmas u. d. Zellkerne der Pflanzenzellen.

†) Vorlesungen über Bacterien 1885 p. 3.

legt (s. p. 803 ff.). Sie hatten sich im Allgemeinen der Zustimmung eines unserer hervorragendsten Botaniker, de Bary's zu erfreuen*). Dass die Myxomyceten wohl in directerer Beziehung zu dem Stamm der Sarkodinen stehen, bedürfte heutzutage keiner besonderen Belege mehr, da die Ansicht über deren Nichtzusammenhang mit den eigentlichen Pilzen sich mehr und mehr befestigt.

Auf die Frage nach der Beziehung und Ableitung der eigentlichen Pilze einzugehen vermag ich nicht. Weder meine Kenntniss dieser Gruppe berechtigt mich hierzu, noch dürfte es der Stand unserer Erfahrungen gestatten. Es bleibt daher competenterem Urtheil anheimgestellt, zu entscheiden, ob die höheren mehrzelligen Pilze ganz oder zum Theil von den Chytridiaceen abzuleiten sind. Aber auch zugegeben, dass dies so sei, so würde die Reihe der höheren Pilze als ein selbstständiger Zweig, der aus niederem Ursprung erwachsen ist, zu betrachten sein, der wegen der Höhe der Organisation, welche er erlangte, ein Recht besitzt, als besonderer Stamm von den Einzelligen getrennt zu werden. Ich glaube aber, die Botaniker werden für viele der höheren Pilze die Möglichkeit der Ableitung und des Anschlusses an typische Pflanzen naturgemässer erachten.

Ueber die Herleitung des Mastigophorenstammes aus der angegebenen Wurzel werden schwerlich ernstliche Meinungsverschiedenheiten bestehen, ebensowenig auch über seine Gliederung in die verschiedenen

*) de Bary, Vergl. Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoën und Bacterien. 1884, p. 477 ff. und p. 513. Dass die Schizophyceen eine isolirte, mit höheren eigentlichen Pflanzen nicht in Verbindung stehende Gruppe sind, erkennt auch Nägeli an (Mechanisch-physiologische Abstammungslehre). Dass ein gewisses Maass von Zelldifferenzirung bei einem Theil dieser Gruppe zur Ausbildung gelangte, kann, da es einen mässigen Grad nicht überschreitet, nicht wohl Veranlassung geben, sie von den übrigen Einzelligen zu trennen. Dies wäre anders, wenn höhere Gruppen auf diese Wurzel rückführbar wären, was thatsächlich nicht der Fall zu sein scheint.

Die schon früher und hier wieder besprochenen Beziehungen der Bacteriaceen zu den ursprünglicheren Flagellaten würden eine wichtige Bestätigung erhalten, wenn sich Künstler's Schilderung eines eigenthümlichen parasitischen Organismus, Bacterioidomonas sporifera Kstl. bestätigte. Das im Blinddarm des Meerschweinchens gefundene Wesen nimmt nach K.'s Beschreibung sowohl durch seinen Bau wie wegen der endogenen Sporenbildung eine vermittelnde Stellung zwischen primitiven Flagellaten und endosporen Bacterien ein. Es soll aber einen deutlichen Nucleus besitzen und eine Länge von 0,024 erreichen (s. Journal de Micrographie T. VIII. 1884 p. 376). Bei dieser Gelegenheit möchte ich mich verwahren gegen die gelegentliche Besprechung de Bary's und meiner Ansichten über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Bacterien (s. Fisch im Biolog. Centralblatt Bd. V. 1885 p. 97), welche den Anschein erweckt, als hätten de Bary und ich gleichzeitig und unabhängig Aehnliches über diesen Gegenstand geäussert. Das Umgekehrte ist das Richtige. Wie de Bary selbst hervorhebt, war ihm meine Erörterung in dem Abschnitt über die Flagellaten bekannt. Ob de Bary selbstständig zu ähnlichen Ansichten gelangte, wie die Form, in welcher er meiner gedenkt — er spricht davon, dass auch ich derartige Ansichten ausgesprochen hätte — anzudeuten scheint, ist an und für sich gleichgültig, da meine Publication vorlag, darf jedoch wohl bezweifelt werden.

Hauptzweige der Flagellata, Dinoflagellata, Choanoflagellata und Cystoflagellata.

Unsicherer bleibt leider noch die Ableitung der Infusoriengruppe. Vermittelnde Formen, welche den Zusammenhang mit niederen Einzelligen herstellten, sind nicht bekannt. Genauer wird diese Schwierigkeit bei der Erörterung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Infusorien darzulegen sein; jedenfalls deutet alles darauf hin, dass die Gruppe weder einem der differenzirteren Zweige der Mastigophoren, noch einem der tieferen Seitenzweige des Hauptstamms entsprossen ist. Die versuchte Herleitung aus dem Hauptstamm gründet sich daher mehr auf Exclusion wie auf den Nachweis directer Beziehungen. Die Vorstellung, dass die Infusorien aus mastigophorenähnlichen Formen entstanden, welche zahlreiche Geisselfäden auf der gesammten Körperoberfläche entwickelten, scheint vorerst die naturgemässeste. Immerhin bleibt die Abzweigungsstelle des Infusorienstamms noch recht fraglich, da sie auch beträchtlich tiefer gelegen sein könnte. Dagegen ist zweifellos, dass die Infusoriengruppe isolirt ausläuft, dass höhere Formen an sie nicht anschliessen. Es verdient dies besondere Betonung im Hinblick auf die immer wiederkehrenden Versuche, sie mit den Metazoën in einen unnatürlichen Zusammenhang zu bringen.

Einzelne Zweige des Mastigophorenstamms führten ohne Zweifel zu neuen und bedeutungsvollsten Entwicklungsrichtungen. Als ein isolirter, in sich abgeschlossener und zu höheren Formen nicht aufsteigender Ast begegnen wir den Bacillariacea, deren vermuthliche Beziehung zu den Dinoflagellata bei diesen näher dargelegt wurde (s. p. 1001)*). Unsicher ist die Herleitung der Sporozoa, deren Beziehungen noch in tiefes Dunkel gehüllt sind. Im Abschnitt über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Flagellaten (p. 807) wurde die hier reproducirte provisorische Ableitung etwas näher zu begründen versucht; wir verweisen daher auf das dort Bemerkte. Es ist aber keineswegs unmöglich, dass die Sporozoa sich schon viel früher von dem Hauptstamm abzweigten, etwa in der Gegend des Chytridiaceenastes. Auch gilt alles Bemerkte nur für die Gregariniden, da die Beziehungen der übrigen sog. Sporozoënabtheilungen zu den ersteren selbst noch sehr zweifelhaft sind.

Zweifellos ist dagegen der Zusammenhang der Protococcoidea mit den Phytomastigoda, welche ja von den Botanikern gewöhnlich mit den erstern vereinigt werden. Gleich sicher erscheint wohl auch die Ableitung des grossen Stamms der höhern mehrzelligen Pflanzen aus diesen Einzelligen. Zweifelhaft bleibt meines Erachtens vorerst die Beziehung der Conjugaten zu den Protococcoidea. Die Möglichkeit scheint nicht ausgeschlossen, dass diese Algen einen besonderen Ursprung aus

*) Dass die Bacillariaceen ein isolirter Zweig sind, der mit höheren Gruppen keinerlei Connex besitzt, wird von den Botanikern wohl allgemein anerkannt. So betont es z. B. auch Nägeli (Mechanisch-physiolog. Abstammungslehre 1884) bestimmt.

holophytischen Mastigophoren besitzen, doch wage ich in dieser Hinsicht kein bestimmtes Urtheil.

Bei Besprechung der Choanoflagellata (s. p. 901) wurde dargelegt, dass uns die Beziehungen der Spongien zu dieser Gruppe zweifellos erscheinen; wie auch, dass die übrigen Metazoa eine selbstständige Entwicklung neben den Spongien genommen haben dürften. Dass der Ursprung derselben gleichfalls auf die Mastigophora zu führen scheint, wurde schon angedeutet. Dieser Schluss beruht gleichfalls mehr auf Exclusion als auf directen Belegen durch Uebergangsformen, welche fehlen. Die Möglichkeit eines Zusammenhangs der Wurzel des Spongienzweiges mit den eigentlichen Metazoa soll nicht bestritten werden. Nähere Aufklärungen über diese Frage kann ja doch nur die Zukunft bringen.

Wie gestaltet sich aber auf Grund dieser Ergebnisse über die Genealogie der Organismen die Frage nach dem Umfang der Protozoën in ihren Beziehungen zu den typischen Pflanzen und Thieren? Zunächst scheint klar, dass eine Zerlegung der Einzelligen in zwei von Beginn getrennte Stämme der thierischen und pflanzlichen undurchführbar ist, wenn nicht etwa am Beginn der Isomastigoden eine sehr künstliche Grenze errichtet werden soll. Auch dann aber blieben jedenfalls die Euglenoidina mit zahlreichen holophytischen Formen bei den thierischen Einzelligen.

Erweist sich also die Scheidung der Einzelligen nach ihrem thierischen oder pflanzlichen Charakter und ihrem genealogischen Zusammenhang mit den typischen Thieren und Pflanzen als unthunlich und ohne Zwang nicht durchführbar, so dürfte, wenn überhaupt nicht auf eine natürliche Gruppenbildung in der Organismenwelt verzichtet wird, die Zusammenfassung aller einzelligen Wesen zu einer Gesammtabtheilung im Gegensatz zu den typischen mehrzelligen Thieren und Pflanzen das naturgemässeste erscheinen.

Ein consequentes Bestreben nach möglichst natürlicher, der Genealogie entsprechender Gruppirung der Organismen führt uns so zur Anerkennung des Mittelreiches, der Häckel'schen Protisten in modificirtem Sinne. Obgleich ich überzeugt bin, dass in der Praxis auf nicht absehbare Zeit die Welt der Einzelligen je nach Bedürfniss und Herkommen zwischen Botanik und Zoologie getheilt werden wird, kann ich mich obiger Consequenz vom theoretischen Standpunkt aus doch nicht entziehen. Auch jeder Classification auf genealogischer Grundlage klebt insofern etwas Willkürliches an, als wir gezwungen sind, Gruppen beginnen zu lassen; wo dies geschehen soll, wird stets Sache des Uebereinkommens bleiben und um so willkürlicher erscheinen, je zahlreicher die Uebergangsformen sich erhielten. Bei dem Bestreben, naturgemässe Grenzen der systematischen Gruppen zu finden, kann uns wohl nur der Grundsatz leiten, dem Inhalt jeder Gruppe ein einheitliches morphologisches Gepräge zu geben, d. h. nichts aufzunehmen, was in seinem Bau weit über die Organisation der Mehrzahl hinausgeht, ebenso aber auch nichts auszuschliessen, was seiner morphologischen Entwicklung nach in den Rahmen

der Gruppe fällt. Diesem Grundsatz gemäss würde ich zu einem natürlichen Reich der Urwesen oder Einzelligen auch diejenigen seither dem Pflanzenreich zugerechneten Organismen ziehen, welche sich in ihrer morphologischen Entwicklung nicht über die Einzelligen erheben, also vor allem die Protococcoidea und andere. Die Grenze gegen die typische Pflanzenwelt wäre dann erst da zu statuiren, wo eine Differenzirung der Zellverbände zu verschiedenartigen Leistungen anhebt, was sich zuerst darin ausspricht, dass nur gewisse Zellen die Fortpflanzung übernehmen, zu typischen Propagationszellen werden. Schon früher wurde betont, dass diese Differenzirung auch bei einzelnen Formen eintritt, welche wir von den übrigen Einzelligen nicht scheiden können, dass dies jedoch insofern ohne Belang ist, als diese Formen isolirte Ausläufer bilden, während sich an die echten mehrzelligen Pflanzen eine reiche Weiterentwicklung anschliesst.

In diesem Punkt wäre ich demnach geneigt, den Umfang des Reiches der Einzelligen weiter zu ziehen als es Häckel thut, da ich die morphologische Uebereinstimmung der Einzelligkeit oder die homoplastide Ausbildung als Grundcharakter der Gesammtheit betrachten muss. Dass sich jedoch eine solche Umgrenzung des Reiches in der Praxis Geltung erwerben dürfte, glaube ich nicht. Der Zusammenhang der Einzelligen von entschieden physiologisch pflanzlichem Charakter mit den echten mehrzelligen heteroplastiden Pflanzen ist zu innig, als dass man sich bequemen wird, einer solchen Abgrenzung zuzustimmen, welche ja auch nur auf dem Bedürfniss beruht, eine Grenzmarke zu ziehen. Man wird daher in der Praxis wohl vorziehen, das Pflanzenreich mit denjenigen Einzelligen beginnen zu lassen, welche physiologisch den höheren Pflanzen entsprechen, d. h. holophytisch leben und während der längeren Periode ihres Lebens unbeweglich sind. Die Abgrenzung der Einzelligen gegen die heteroplastiden Thiere ist dagegen scharf, da hier Uebergangsformen nicht mehr existiren oder doch unbekannt sind.

Diejenigen Abtheilungen der Einzelligen aber, welche wir in diesem Werk als Protozoën beschreiben, haben kein Anrecht als eine natürliche Gruppe zu gelten. Es sind die, ihres mehr physiologisch-thierischen Charakters wegen seither conventionell unter die Thiere aufgenommenen und beschriebenen Gruppen, von welchen aber nicht wenige Angehörige dem pflanzlichen Leben physiologisch sehr nahe treten. Diese Gruppen sind die Sarkodina, Mastigophora, Sporozoa und Infusoria. Es bleiben demnach zum mindesten die Abtheilungen der Bacteriacea mit den sich höchst wahrscheinlich anschliessenden Schizophycea, die Myxomycetes und Bacillariaceae, welche Anrecht auf Betrachtung hätten. Dass dies nicht geschehen, dass dies Werk nicht zu einem solchen über die einzelligen Urwesen, die Protisten überhaupt, erweitert wurde, dürfte keinen Anstoss erregen, da es nicht seine Aufgabe war, eine Reform durchzuführen, sondern die sog. Protozoën, wie sie im historischen Gange unserer Wissen-

schaft allmählich entstanden, soweit möglich, erschöpfend darzustellen. Wie wir uns aber deren Beziehungen zu den übrigen Einzelligen und den höheren Organismen denken dürfen, suchte diese Einleitung darzulegen. Mit dem Fortschreiten und der Klärung unseres Wissens von den genealogischen Beziehungen der Gruppen dürfte die allseitige Anerkennung einer Reform nicht ausbleiben, wenn dieselbe sich auch zunächst auf die theoretische Ueberzeugung beschränken sollte, dass die seither beliebte Vertheilung der Einzelligen auf die beiden Reiche in der Natur nicht begründet ist.

A. Abtheilung (Klasse, Subphylum).

Sarkodina.

In der Abtheilung der Sarkodina*) fassen wir die Gesammtheit derjenigen Protozoën zusammen, welche während der Hauptperiode ihres thätigen (beweglichen) Daseins mittels einfachster Protoplasmabewegungen, also entweder durch einfaches Hinfliessen (Hinströmen) oder durch Entwicklung nicht schwingender, protoplasmatischer Fortsätze wechselnder Gestalt den Ortswechsel vollziehen, wobei dann ihr Körper mannigfachen Gestaltsveränderungen unterworfen ist. Auch die Nahrungsaufnahme wird mit Hülfe solcher Protoplasmabewegungen bewerkstelligt.

Bezüglich ihrer Fortpflanzungsverhältnisse zeigen sie einfache Theilungs- oder Sprossungserscheinungen ohne Hervorbildung besonderer sporangienartiger Fortpflanzungskörper (wodurch eine Trennung von den in ihren beweglichen Zuständen in vieler Hinsicht sich ähnlich verhaltenden Myxomyceten gezogen wird, welche letzteren eben dieser Fortpflanzungserscheinungen wegen, den einfachsten pflanzlichen Organismen näher angeschlossen werden).

Die hier unter der Bezeichnung Sarkodina vereinigten Protozoën werden in neuerer Zeit gewöhnlich sämmtlich als Rhizopoda zusammengefasst, ein Verfahren, von dem hier Abstand genommen wurde, weil einerseits die mit der Bezeichnung Rhizopoda verknüpfte Vorstellung keineswegs mit den thatsächlichen Bauverhältnissen dieser Formen sich deckt, andrerseits der Name Rhizopoda von seinem Begründer (Dujardin) in einem viel beschränkteren Sinne gebraucht wurde und zwar in einer Ausdehnung, die auch hier mit einer kleinen Erweiterung Anwendung finden soll.

Die Abtheilung der Sarkodina zerfällt ziemlich ungezwungen in 3 Unterabtheilungen oder Unterklassen, nämlich:

---

*) Der Name Sarkodina ist schon früherhin, jedoch in anderem Sinne, von Hertwig und Lesser zur Bezeichnung unsrer Abtheilung der Rhizopoda (einschliesslich der Heliozoa) in Vorschlag gebracht worden (vergl. 99). Die Anwendung, die wir hier von demselben machen, geht aus dem Folgenden hervor.

I. Rhizopoda.

Nackte (hüllenlose) oder umhüllte (beschalte) Sarkodinen, die sich entweder durch einfaches Hinfliessen ihres protoplasmatischen Zellenleibes oder durch Aussenden mehr oder weniger bis sehr gestaltsveränderlicher, und häufig unter einander Verschmelzungen bildender Protoplasmafortsätze (Pseudopodien) bewegen. Solche Pseudopodien können sowohl von der Gesammtoberfläche des Körpers, als auch nur von einem beschränkten Theil derselben entspringen. Die Gesammtgestalt des Körpers ist entweder sehr veränderlich, oder wo sie mit oder ohne Beihülfe einer Umhüllung (Schale) eine grössere Constanz zeigt, offenbart sich an ihr sehr gewöhnlich eine Hinneigung zu einaxiger Gestaltung, indem entweder durch verschiedenartige Ausbildung entgegengesetzter Körperenden oder durch eine Längsstreckung des Gesammtkörpers eine Hauptaxe zu deutlicher Entwicklung gelangt. (Nur wenige Formen weichen von dieser Regel ab und bewahrheiten dadurch nur die alte Erfahrung, von der Unmöglichkeit absolut scharfer Gruppentrennung in der Organismenwelt.)

II. Heliozoa.

Nackte oder umhüllte (von einem Kieselskelet umkleidete) Sarkodinen, von meist nahezu regelmässiger kugliger Gestaltung (welche nur bei einer Anzahl wenig differenzirter Formen durch den Gestaltswechsel des Gesammtkörpers zeitweise beeinträchtigt wird). Pseudopodien fein, wenig gestaltsveränderlich und verhältnissmässig wenig zu Verschmelzungen geneigt, von der Gesammtoberfläche des Körpers allseitig ausstrahlend.

(Durch ihre einfacheren, wenig differenzirten und gestaltsveränderlichen Formen zeigt diese Unterabtheilung innige Beziehungen zu den Rhizopoden, wie andrerseits die kuglig gestalteten Formen dieser letzteren sich zu den Heliozoen hinneigen. Die allgemeinen Gestaltsverhältnisse und die Skeletentwicklung bringen ferner die Heliozoa in nähere Beziehung zu der folgenden und letzten Abtheilung der Radiolaria.)

III. Radiolaria.

Sarkodinen von homaxoner (kugliger) Grundgestalt, die jedoch durch auftretende Modificationen häufig in eine einaxige übergeführt wird. Eine kuglige oder einaxig modificirte Hüllbildung stets vorhanden, die jedoch von hervorgedrungnem Protoplasma äusserlich überzogen wird (ähnlich wie bei manchen Rhizopoden) und dadurch ins Innere des Protoplasmakörpers eingelagert erscheint (sogenannte Centralkapsel). Hierzu gesellen sich gewöhnlich noch weitere Skelettheile.

Pseudopodien allseitig von der Körperoberfläche ausstrahlend, fein und in mässigem Grade zur Verschmelzung geneigt.

(Die Radiolaria zeigen, wie schon oben bemerkt, deutliche Beziehungen zu den Heliozoa, andrerseits jedoch auch solche zu den homaxonen Formen unter den Rhizopoda.)

I. Unterabtheilung (Unterklasse).

Rhizopoda.

1. Uebersicht der historischen Entwicklung unsrer Kenntnisse von den Rhizopoden.

Bei der verhältnissmässig sehr beträchtlichen Grösse, welche gewisse Rhizopoden erreichen und der Häufigkeit, in welcher ihre Schalenreste in gewissen Erdschichten aus vergangenen Epochen aufgespeichert sich vorfinden, konnten solche fossile Rhizopoden auch dem Alterthum nicht völlig verborgen bleiben, wie denn auch die Nummuliten schon bei Strabo*) erwähnt werden. Eine wirklich wissenschaftliche Beschäftigung, wenn auch nur mit den Schalenresten der Rhizopoden, erforderte jedoch optische Hülfsmittel und eine besondere Hinlenkung des Beobachtungssinnes auf die Welt des Kleinen, wie sie hauptsächlich durch die Leeuwenhoek'schen Bestrebungen im 17. Jahrhundert erzeugt wurde. So lieferte denn auch schon die erste Hälfte des 18. Jahrhunderts eine Anzahl Beobachtungen über die zahlreichen Schalenreste der Rhizopoden, wie sie sich sowohl im recenten Meeressand, als auch in den Ablagerungen der verschiedensten geologischen Formationen finden. Beccarius 1731 (1) und Breyn 1732 (2) gaben Beschreibungen recenter und fossiler Rhizopodenschalen und letzterer gebrauchte für dieselben schon die Bezeichnung Polythalamia, welche auch jetzt noch häufig für eine Abtheilung derselben verwerthet wird. Plancus (Bianchi) veröffentlichte 1739 (3) zuerst Abbildungen derselben, ebenso wie Gualtieri 1743 (4) und Ledermüller 1763 (15).

Die ursprüngliche Auffassuug dieser Schalenreste als Cephalopodengehäuse sollte noch lange Zeit die herrschende bleiben. Die 15 von Linné in der 12. Ausgabe seines Systema naturae aufgeführten und auf die Beobachtungen von Plancus, Gualtieri und Ledermüller gegründeten Arten wurden in die Geschlechter Nautilus (14) und Serpula (1) vertheilt. Hierzu gesellte Gmelin noch weitere 8 Arten (7 Nautilus und 1 Serpula), die sich auf die mittlerweile erschienenen Mittheilungen von Spengler, Schröter und Gronovius basirten (8, 9 u. 10).**)

Die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts lieferte noch einige wichtige Beiträge zur Kenntniss der Rhizopodenschalen. Während die früheren Beobachtungen wesentlich die Formen des Mittelmeeres betrafen, bildeten Boys und Walker (Beschreibungen von Jacob) eine Reihe von Arten der englischen Küste ab, die sie gleichfalls den Genera Nautilus, Serpula und eine sogar Echinus einverleibten.***) Batsch hingegen veröffentlichte 1791 6 vorzüglich ausgeführte Kupfertafeln mit Abbildungen von 16 Rhizopodenarten, über deren Herkunft jedoch nichts mitgetheilt wurde.†)

*) Vergl. hierüber bei D'Archiac et Haime, Descript. des anim. foss. d. groupe Nummulitique de l'Inde. Paris 1853.

**) Analyse der Arten bei Parker u. Jones 62 a.

***) Analyse der Arten bei Parker u. Jones 62 b.

†) Analyse der Arten bei Parker u. Jones 62 l.

Bei weitem die hervorragendsten und ausgedehntesten Untersuchungen über unsern Gegenstand lieferte jedoch Soldani*) in zwei Werken, von denen das ältere 1780, das jüngere, die Testaceographia, 1789 bis 1798 erschien und von nicht weniger als 228 Kupfertafeln begleitet ist (7 u. 13). Sowohl die fossilen als die recenten Rhizopodenschalen Italiens und der italischen Küste zog Soldani in den Bereich seiner Darstellungen. Eine Beeinträchtigung erlitten die Soldani'schen Werke durch die Nichtanwendung der binomischen Bezeichnung, jedoch basiren eine grosse Zahl später aufgestellter Arten auf seinen Abbildungen.**)

Auch die Beiträge, welche Fichtel und Moll in ihrem 1803 erschienenen Werk (14) gaben, waren hauptsächlich wegen der Vorzüglichkeit der Abbildungen von nicht geringer Bedeutung. Eine beträchtliche Zahl von Arten wurden hier beschrieben und sämmtlich als Angehörige des Geschlechtes Nautilus betrachtet. Mit Ausnahme einer Anzahl fossiler Formen sind es Bewohner des Mittel- und rothen Meeres.***) Schon diesen beiden deutschen Beobachtern drängte sich die grosse Variabilität der von ihnen untersuchten Formen unwillkürlich auf und ähnlich sprach sich auch ein gleichzeitiger Beobachter der britischen Rhizopodenschalen, Montague (16), aus (1803—1808). —

Von Wichtigkeit erscheinen ferner die Beiträge, die Lamarck seit 1801 zur Kenntniss der Rhizopodenschalen hauptsächlich durch seine Untersuchungen über die Fossilien des Pariser Grobkalkes lieferte.

Zusammenfassungen der ihm bekannten Rhizopodenschalen gab er später in dem Tableau encyclop. et méth. 23. Th. 1816 und in der Histoire nat. d. anim. sans vert. 1815—22. Er vertheilte unsre Formen unter Cephalopoden und Korallen, errichtete jedoch zu ihrer Aufnahme eine grössere Zahl selbständiger Geschlechter, die zum Theil noch heute Verwendung finden.†)

Weniger glücklich als Lamarck, in Bezug auf die systematische Gruppirung der Rhizopodenschalen, war Denys de Montfort (18), der 1808—1810 nicht weniger als 60 neue Genera aufstellte, von welchen nur eine ganz geringe Zahl von spätern Forschern festgehalten werden konnten.††) — Auch Blainville und Defrance vermehrten durch eine Reihe von Arbeiten die Kenntniss unserer Formen und es mag hier noch besonders hervorgehoben zu werden verdienen, dass der erstgenannte Forscher nach Beobachtung einer lebenden Miliola seinen Zweifeln an der Cephalopodennatur dieser Wesen Ausdruck verlieh.

Eine neue und bedeutsame Epoche in der Geschichte der Rhizopodenkenntniss wurde durch die 1826 anhebenden Arbeiten Alcide d'Orbigny's

*) Mönch und später Prof. der Mathematik zu Sienna, geb. 1736, gest. 1808.

**) Siehe die Analyse der von d'Orbigny auf Soldani'sche Abbildungen gegründeter Arten bei Parker u. Jones 62 o.

***) Analyse der Arten bei Parker u. J. 62 c.

†) Siehe bei Parker u. J. 62 d.

††) Siehe bei Parker u. J. 62 e.

begründet. Wie sehr auch die zahlreichen, im Laufe von 30 Jahren (1826—52) fortgesetzten Arbeiten d'Orbigny's durch eine Reihe von nachtheiligen Einflüssen beeinträchtigt wurden, — so die ganz mangelhaften Erfahrungen, welche er von den thierischen Insassen, der von ihm so anhaltend untersuchten Schalen besass, ebenso wie seine ausschliessliche Beschränkung auf die marinen Formen, ferner die Zugrundelegung einer wenig natürlichen Klassifikationsweise und eine ausgesprochene Neigung zur Schaffung neuer, auf sehr geringfügige Unterschiede basirter Arten — so wird doch nie der hervorragende Einfluss und die grosse Bedeutung der d'Orbigny'schen Untersuchungen in Abrede gestellt werden können.

Einmal ist die Gesammtmenge der Rhizopodenschalen, und zwar fossiler wie lebender, weder vor noch nach ihm in so vollständiger Weise zusammengetragen und verarbeitet worden; ferner hat er sowohl die Zusammengehörigkeit der so zahlreichen Formen als besondere Gruppe zuerst hervorgehoben und schliesslich den Grund zu einer systematischen Gruppirung derselben gelegt, welche die Basis für alle weiteren Versuche auf diesem Gebiet wurde.

D'Orbigny war anfänglich völlig von der Cephalopodennatur der thierischen Bewohner der Rhizopodenschalen überzeugt, ja glaubte sogar durch eigne Untersuchungen festgestellt zu haben, dass diese Schalen als innre (z. B. ähnlich Spirula) im hintern Körperende des Thieres eingeschlossen seien. Demgemäss vereinigte er diese Schalenreste in einer besondern Ordnung unter dem Namen Foraminifera,*) im Gegensatz zu den übrigen mit gekammerter Schale versehenen Cephalopoden, die er als Ordnung der Siphonifera zusammenfasste. Späterer besserer Einsicht in den eigentlichen Bau des Weichkörpers unsrer Organismen konnte sich jedoch d'Orbigny nicht verschliessen; er erkannte 1839 die seitdem durch Dujardin festgestellte wahre Natur derselben an.

Das 1826 erschienene Tableau méthod. d'Orbigny's gab eine Uebersicht aller von ihm damals unterschiednen fossilen und recenten Formen, von denen jedoch ein grosser Theil (ca. 253) wegen der mangelnden Beschreibungen niemals hat festgestellt werden können. Eine Anzahl dieser Arten wurde noch durch die von ihm 1825—26 hergestellten 4 Lieferungen von Modellen kenntlich gemacht; weitere durch seine späteren faunistischen und paläontologischen Arbeiten. 1839 beschrieb er die Foraminiferen von Cuba und den Canarischen Inseln, den Küsten Südamerika's und der Pariser Kreide; 1846 die des Tertiärbeckens von Wien und 1852 veröffentlichte er noch eine Uebersicht der fossilen Genera (s. 28—30, 34, 38 u. 44).

---

*) Der Name Foraminifera bezieht sich keineswegs nach der ihm von d'Orbigny gegebnen Begründung auf die Perforation der Schalenwände bei der Abtheilung der Perforata, wie dies in neueren Schriften gewöhnlich dargestellt wird, sondern sollte der Durchbohrung der Scheidewände durch eine oder mehrere Oeffnungen bei gleichzeitigem Fehlen einer Siphobildung Ausdruck verleihen (s. d'Orbigny 22).

In Frankreich war es jedoch, wo zuerst das richtige Verständniss für die thierischen Körper, welche diese Schalen erbauten, angebahnt wurde. Im Jahre 1835 gelangte Fel. Dujardin (s. 24—26) durch wiederholte Beobachtung lebender Formen zu der Ueberzeugung, dass es sich hier nicht um complicirt zusammengesetzte, sondern höchst einfach gebaute Organismen handle, deren Körper aus einer einfachen thierischen Ursubstanz (Sarkode) bestehe und sich am besten den schon lange unter der Bezeichnung Proteus oder Amoeba aus süssem Wasser bekannten unbeschalten Formen vergleichen lasse.

Den von ihm ursprünglich für die Foraminifera d'Orbigny's vorgeschlagenen Namen Symplectomères verliess er jedoch sofort, um hierfür die charakteristische, der Beschaffenheit der Bewegungsorgane entnommne Bezeichnung Rhizopoda zu substituiren, welcher Abtheilung er jedoch auch die ähnlichen Formen des Süsswassers zugesellte.

Die zuerst von Dujardin erkannte enge Beziehung der Rhizopodenschalen des Meeres zu gewissen, im Süsswasser einheimischen und schon lange im lebenden Zustand gekannten Formen, veranlasst uns hier, noch einen Blick auf die Geschichte unsrer Kenntniss dieser Formen zu werfen.

Im Jahre 1755 hatte Rösel von Rosenhof*) die ersten Amöben entdeckt und unter dem Namen Proteus beschrieben. Gleichen und andre Forscher beobachteten ähnliche Formen und Bory de St. Vincent stellte 1822 den Namen Amoeba auf, den er jedoch auf sehr heterogene Organismen ausdehnte. Beschalte Süsswasserformen (Difflugia) wurden zuerst von Leclerc 1815**) beschrieben und auch sehr richtig als Verwandte des Proteus gedeutet, während spätere Forscher, wie Lamarck, Oken und andre sie weit von diesem entfernen wollten. Weitere ansehnliche Vermehrung erfuhr unsre Kenntniss der Süsswasserformen durch G. Ch. Ehrenberg, der neben der Gattung Difflugia noch eine weitere, Arcella, für von ihm gefundne beschalte Süsswasserrhizopoden aufstellte, die nahe Verwandtschaft dieser Formen anerkannte und sie in seinem Hauptwerk, 1838, in zwei Familien der Amoebaea und der Arcellina neben einander stellte. Schon damals, jedoch noch weit bestimmter in späteren, gleich zu erwähnenden Arbeiten sprach er sich gegen die von Dujardin bezüglich der Verwandtschaft und Organisation der marinen Foraminiferen aufgestellten Ansichten aus, in welch letzteren er höchst wahrscheinlich kolonienbildende Formen und zwar Moosthierchen (Bryozoa) erkannt haben wollte. — Die eingehende Beschäftigung mit den fossilen Resten mikroskopischer Organismen, so zunächst hauptsächlich der der Kreide, führte Ehrenberg schon 1838 und 39 zu einem genaueren Studium der lebenden Foraminiferen, von welchen er einige Formen der Nordsee beobachten konnte. Das Resultat dieser Untersuchungen bestärkte ihn jedoch nur noch mehr in seiner schon vorgetragenen Ansicht von der Bryozoen-

*) Insectenbelustigungen. III.

**) Ann. du Mus. d'hist. nat. II. 1815.

natur derselben (nach ihm Polythalamia). Ausser einem einfachen, röhrigen Darmkanal, glaubte er auch Ovarien und zuweilen den Schalen äusserlich anhängende Eierbeutel beobachtet zu haben. Nach besonders missverständlich aufgefassten Eigenthümlichkeiten der Schale versuchte er ferner einfach lebende und koloniebildende Formen zu unterscheiden. — Die Kalkschale und deren zuweilen complicirter Bau bildete für Ehrenberg noch ein besonderes Moment zur Abtrennung dieser Formen von den Arcellinen des süssen Wassers. — Mit bekannter Hartnäckigkeit und Unzugänglichkeit für Aufklärungen, die seine, durch vorgefasste Meinungen über den thierischen Bau im Allgemeinen beeinflusste Ansichten zu verbessern im Stande gewesen wären, hielt Ehrenberg stets an seiner Deutung des Foraminiferenorganismus fest, ohne jedoch durch weitere Untersuchungen lebenden Materials neue Belege hierfür beizubringen. Desto eifriger hingegen durchforschte er die Erdschichten der verschiedensten Epochen nach Schalenresten unsrer Thiere und gab eine Zusammenstellung der hierbei erzielten Resultate in dem umfangreichen Werk „Mikrogeologie“ 1856. Ebenso nahmen die Foraminiferenreste der Tiefsee seine Aufmerksamkeit in hohem Grade in Anspruch, worüber er gleichfalls die erzielten Resultate in einer grössern Abhandlung 1873 sammelte (97a). Auch in dem Luftstaub, den Ehrenberg lange fortgesetzt und aus den verschiedensten Gegenden untersuchte, fanden sich mancherlei Schalenreste von Rhizopoden (hauptsächlich jedoch von Süsswasserformen), worüber er 1871 eine übersichtliche Zusammenstellung publicirte (95).

Obgleich in diesen letztgenannten Arbeiten Ehrenberg's eine grosse Zahl von Formen abgebildet und beschrieben wurde, trugen dieselben doch zum allgemeinen Fortschritt unsrer Kenntnisse nur sehr wenig bei, was hauptsächlich darauf beruht, dass Ehrenberg ebenso hartnäckig wie an seinen Ansichten über die Organisation der Foraminiferen, auch an seiner eigenthümlichen und sich keiner Anerkennung seitens andrer Forscher erfreuenden systematischen Gruppirung derselben festhielt, in der Aufstellung der Arten ziemlich willkürlich verfuhr und dieselben wenig ausreichend charakterisirte und die systematischen Bestrebungen anderer Forscher bei ihm keine Berücksichtigung fanden. Ausserdem wird der Werth dieser Arbeiten noch dadurch sehr vermindert, dass die Untersuchung der Formen fast stets an Canadabalsampräparaten im durchfallenden Lichte vorgenommen und hiernach auch die Abbildungen gefertigt wurden, wesshalb die Wiedererkennung der Arten grosse Schwierigkeiten bereitet.

Von hervorragender Bedeutung für die weitere Entwicklung unsrer Kenntniss der marinen Rhizopoden und hauptsächlich des feineren Bau's ihrer Schalen wurden die Untersuchungen Williamson's. Ursprünglich noch auf dem Standpunkte Ehrenberg's bezüglich der Beurtheilung der Organisation der Rhizopoden stehend, gab er denselben doch bald auf und näherte sich dem Dujardin's, wenngleich er in der Erforschung des

Weichkörpers im ganzen keine sehr erheblichen Resultate zu Tage förderte. Bei weitem bedeutender waren seine Beobachtungen über den feineren Bau der Schalen, den er zum ersten Mal mit Hülfe von Dünnschliffen untersuchte, die denn auch sowohl Carpenter als ihn ziemlich gleichzeitig zur Entdeckung des Kanalsystems führten (43, 46 u. 47). Schon früher 1848 betrieb er auch systematisch faunistische Studien auf diesem Gebiet, zunächst über die Gattung Lagena und krönte dieselben 1858 durch sein Werk über die Foraminiferen der britischen Küsten (61). Diesen Beobachtungen von Williamson über die feinere Schalenstructur der Foraminiferen schlossen sich die von Carter (49)*) seit 1849 und die weiteren sehr wichtigen von Carpenter 1856 (59 und 60) an, weswegen dieselben gleich hier kurz erwähnt werden mögen. Durch diese ausgedehnten und eingehenden Untersuchungen vorbereitet, konnte dann Carpenter 1862 dazu schreiten, unterstützt von Parker und Jones, eine Gesammtdarstellung der Rhizopoden (wesentlich jedoch nur der Schalenverhältnisse derselben) zu entwerfen, die wohl für lange Zeit das grundlegende Werk sowohl für die Kenntniss des Schalenbaues als der hierauf basirten Classification der Foraminiferen bleiben wird. Parker und Jones hatten sich seit 1857 hauptsächlich in faunistisch-systematischem Sinne mit der Erforschung der Foraminiferen beschäftigt, namentlich auch in einer Reihe fortgesetzter Arbeiten die so verwirrte Synonymie dieser Formen aufzuklären versucht (62). Ihr Antheil an den „Introduction" ist ein ganz erheblicher.

So bedeutend auch die Bestrebungen der genannten englischen Forscher auf dem Gebiete der Foraminiferenkunde erschienen, so wäre die gänzliche Vernachlässigung des Studiums des Weichkörpers doch eine sehr empfindliche Lücke geblieben, wenn nicht schon 1854 von einem deutschen Forscher, M. Schultze, in trefflicher Weise hierüber Licht verbreitet worden wäre, so dass dessen Werk „Ueber den Organismus der Polythalamien" in Bezug auf den Weichkörper dieselbe hohe Bedeutung beansprucht, wie die Untersuchungen Carpenter's bezüglich des Schalenbaues. M. Schultze stellte zuerst den Bau des Weichkörpers, und dadurch auch die Stellung der Foraminiferen überhaupt, im Sinne Dujardin's ganz sicher.

Weniger glücklich war Schultze in seinen systematischen Bestrebungen. Dagegen hat ein anderer deutscher Foraminiferenforscher, Reuss, der in einer grossen Reihe von Arbeiten seit dem Beginn der 40er Jahre sich die Erforschung der fossilen Reste der Foraminiferen zur Aufgabe machte, sich nicht unbedeutende Verdienste um die Systematik dieser Abtheilung errungen, die ihn 1861 (65) zur Aufstellung eines Systemes derselben führten, das sich in vieler Hinsicht dem unabhängig entstandenen der oben genannten englischen Forscher anschloss.

---

*) Vergl. jedoch auch 42. sowie bei d. Gattungen Operculina, Orbitolites, Alveolina, Patellina etc.

Ueber die Fortpflanzungserscheinungen der Foraminiferen war im Ganzen nur wenig ermittelt worden; einer älteren Mittheilung von Gervais schlossen sich Untersuchungen von M. Schultze und Str. Wright an, ohne sehr erheblich die Frage zu fördern.

Werfen wir nun, rückwärts schauend, einen Blick auf die seither ausser Auge gelassenen Süsswasserformen, so haben wir zunächst zu verzeichnen, dass Dujardin die Kenntniss derselben vielfach förderte, Ehrenberg dagegen mit der Aufstellung zahlreicher und meist sehr mangelhaft charakterisirter Arten im Ganzen wenig zum besseren Verständniss derselben beitrug. Nicht unwichtige Beiträge lieferten Schlumberger 1845*), Perty 1852 (48), M. Schultze 1854 (53) und namentlich auch Claparède und Lachmann 1858—59 (60). In England haben Carter seit 1856 (56), Wallich seit 1864 sich vielfach mit diesen Formen beschäftigt und in Deutschland wurden sehr namhafte Beiträge zur Kenntniss derselben von Greeff, R. Hertwig und Lesser, F. E. Schulze und andern geliefert, denen sich die Untersuchungen Archer's in Irland und Cienkowsky's in Russland würdig anreihen.

Durch die Bestrebungen Häckel's um die Erforschung der von ihm sogenannten Moneren wurden gleichfalls eine Reihe hierher gehöriger Formen aufgedeckt.

In der Aufklärung der Bauverhältnisse des Weichkörpers der marinen Rhizopoden geschah ein sehr wesentlicher Schritt durch den von Hertwig und F. E. Schulze erbrachten Nachweis der Anwesenheit von Zellkernen im Plasmaleib derselben. Auch suchten beide Forscher das System nach ihren Erfahrungen und Anschauungen zu verbessern.

Die wesentlichsten systematischen und faunistischen Bestrebungen der neuern Zeit bezüglich der marinen Formen behaupteten jedoch ihren Sitz in England und wurden namentlich von Parker, Jones und Brady gepflegt, die sich auch vielfach um die Kenntniss der fossilen Formen verdient machten.

Die Erforschung der im fossilen Zustand aus früheren Epochen der Erdgeschichte uns aufbewahrten Rhizopodenreste hatte ausser den schon genannten Forschern, wie d'Orbigny, Ehrenberg, Reuss und Anderen noch die Aufmerksamkeit zahlreicher Paläontologen und Geologen in Anspruch genommen, unter denen hier hauptsächlich noch hervorgehoben werden mögen: Joly und Leymerie, d'Archiac und Haime, sowie Terquem in Frankreich, in Belgien van den Broeck und Miller, in Deutschland Geinitz, Römer, Czjzek, Richter, Hagenow, Gümbel, Karrer, Rütimeyer, von Schlicht, Bornemann und Schwager; in England und Nordamerika Hall, Young, Armstrong, Dawson und Andere, in Russland Fischer von Waldheim, Eichwald, Zborczewsky und neuerdings von Möller (116); in Italien Seguenza, Michelotti und Sismonda. Eine Zusammenfassung der Be-

*) Ann. d. sc. nat. III. vol. 3. 1845.

strebungen auf dem Gebiet der fossilen Foraminiferenreste gab Zittel neuerdings in seinem vortrefflichen Handbuch der Paläontologie.

In vieler Hinsicht fördernd griffen auch die in neurer Zeit schwunghaft betriebenen Tiefseeforschungen namentlich von englischer Seite in die Entwicklung unsrer Kenntniss von den marinen Rhizopoden ein und erwarben sich auf diesem Feld namentlich Wallich, W. Thomson und Murray ausser schon genannten englischen Forschern Verdienste.

Ueberblicken wir zum Schluss noch einmal die in den vorhergehenden Zeilen versuchte kurze Darstellung der geschichtlichen Entwicklung unsrer Kenntnisse von den Rhizopoden, so müssen wir erkennen, dass die Erforschung derselben sich bis jetzt mit Vorliebe den zwar auch leichter zugänglichen Schalenresten zugewendet hat, dass hingegen das Studium des Weichkörpers mit Ausnahme der Süsswasserformen trotz der hervorragenden Bemühungen eines Max Schultze sehr zurückgeblieben ist. Es bildet daher die genauere Erforschung des Baues und der Lebenserscheinungen, namentlich aber der Fortpflanzungsverhältnisse der marinen Rhizopoden noch eine bedeutsame der Zukunft gestellte Aufgabe, die hoffentlich in nicht zu langer Zeit einer entsprechenden Lösung entgegengehen wird.

Uebersicht der Literatur.*)

1. **Beccarius,** De Bononiensi arena quodam 1731. Commentarii de Bonnon. scient. et art. instituto. T. I. p. 68.
2. **Breyn, J. P.,** Dissert. physica de Polythalamiis, nova testac. classe. Gedani. 1732.
3. **Plancus, Jan.,** De conchis minutis notis. 1. ed. Venetiis 1739. 2. edit. Romae 1760.
4. **Gualtieri, Nic.,** Index Testar.-Conchyl. quae adversant. in mus. suo. Florentinae 1742.
5. **Ledermüller, M. F.,** Mikroskop. Augen- u. Gemüthsergötzungen. Nürnberg 1763.
6. **Linné,** Systema naturae etc., edit. XII, reform. Holmiae. 1766—68. T. I.
7. **Soldani, Amb.,** Saggio orittografico overa osservazioni sopra le terre nautilitiche della Toscana. Sienae 1780.
8. **Gronovius, L. Th.,** Zoophylacium Gronovianum. Fasc. III. Lugd. Batavor. 1781.
9. **Spengler, Lor.,** Beskrivelser ov. nogle i Havsand. nyl. opdag. Rohilier. — Nye Saml. af de kong. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter. Kjöbenhavn. Vol. I. 1781.
10. **Schroeder,** Einleitung in die Conchyologie. Halle 1783—86. Th. I.
11. **Boys, W., et Walker, G.,** Testacea minuta rariora nnp. detecta in arena littor. Sandvicensis. London 1784.
12. **Batsch, A. J.,** Sechs Kupfertafeln mit Conchylien des Seesandes. Jena 1791.
13. (F) **Soldani,** Testaceographiae ac zoophytographiae parvae et microscopiae. Senis 1789—98.
14. **Fichtel et Moll,** Testacea microscopia aliaque minuta etc. Wien 1803.

*) In nachstehender Uebersicht sind zunächst diejenigen Arbeiten aufgenommen, die von allgemeiner Bedeutung für die Organisation oder die Lebenserscheinungen der Rhizopoden sind, oder doch ein grösseres historisches Interesse beanspruchen. Monographien oder Mittheilungen über einzelne Arten, z. Th. auch Familien, finden ihre Erwähnung später bei diesen; hier sind zumeist nur diejenigen Arbeiten berücksichtigt, die von einer Anzahl verschiedener Formen handeln. Gleichzeitig ist an dieser Stelle auch schon die wichtigste faunistische Literatur angegeben, ebenso wie die auch in allgemeiner Hinsicht wichtigeren Arbeiten über die fossilen Rhizopoden. Speciellere Angaben über die einzelnen Formationen folgen dann später bei dem Kapitel über die paläontologische Entwicklung der Rhizopoda. Die Voranstellung eines F in Klammern soll darauf hinweisen, dass die betreffende Schrift ausschliesslich oder doch vorzugsweise fossile Formen bespricht.

15. **Montfort, Denis de,** Histoire nat. génér. et partic. des Mollusques (Partie du Buffon de Sonnini). Paris 1802—5. T. IV.

16. **Montague, G.,** Testacea brittanica. London 1803—8. Suppl. 1808.

17. (F) **Lamarck, J. B. de,** Suite des Memoires sur les coquilles fossiles des environs de Paris. Annales du Museum. Tom. V—IX. 1804—1807.

18. **Montfort, Denis de,** Conchyliologie systématique et classification méthodique des coquilles. Paris 1808—10.

19. **Lamarck, J. B. de,** Histoire nat. des animaux sans vertèbres. Paris T. VII. 1822 (1. édit.); 2. édit. 1843.

20. **Defrance, J. L. M.,** Dictionnaire des sciences naturelles. Paris 1814—30.

21. **Blainville, H. D. de,** Manuel de Malacologie. Paris 1825.

22. **Orbigny, A. d',** Tableau méthodique de la classe des Cephalopodes, précédé d'un introduction de Férussac. Annales des sc. nat. T. VII. 1826. p. 96 u. 245.

23. **Deshayes, G. P.,** Encyclopédie méthodique. Histoire nat. des zoophytes. 1830—32.

24. **Dujardin, F.,** Observations nouv. s. l. prétend. Céphalopod. microscop. Ann. d. sc. nat. Zool. 2. Sér. T. III. pp. 108, 312.

25. ——— Observations s. les Rhizopodes et infusoires. Compt. rend. 1835. p. 338 u. l'Institut 1835. Nr. 111. pp. 202. 203.

26. ——— Recherches sur les organismes inférieures. Ann. d. sc. nat. 1835. 2. Sér. T. IV. p. 343.

27. (F) **Bronn, H. G.,** Lethaea geognostica 1. edit. 1838. 3. ed, 1851—56.

28. **Orbigny, A. d',** Foraminifères de l'ile de Cuba, in **Ramon de la Sagra,** Histoire nat. de l'ile de Cuba. Paris 1839.

29. ——— Voyage dans l'Amérique méridionale. T. V. Part. 5, Foraminifères. 1839. Erschienen Paris 1843.

30. — — Foraminifères des iles Canaries 1839 in **Barker-Webb** et **Berthelot,** Hist. nat. des iles Canaries. Paris 1835—50. T. II Zoologie.

31. **Ehrenberg, C. G.,** Die Infusionsthierchen als vollkommne Organismen. Leipzig 1838. (Nur Süsswasserformen.)

32. (F) — Ueber die Bildung der Kreidefelsen und des Kreidemergels durch unsichtbare Organismen. Abh. d. Berl. Akademie 1838. p. 59—148, 4 Taf.

33. — — Ueber jetzt noch zahlreich lebende Thierarten der Kreidebildung und den Organismus d. Polythalamien. Abh. d. Berl. Ak. 1839. p. 81—174. 4 Taf.

34. (F) **Orbigny, A. d',** Mémoire sur les foraminifères de la craie blanche du bassin de Paris. Mém. soc. géolog. de France 1840. T. IV. p. 1—51. 4 Taf.

35. **Dujardin, Fel.,** Histoire nat. des Zoophytes infusoires. Paris 1841 (hauptsächlich Süsswasserformen).

36. **Orbigny, A. d',** Article Foraminifères in Diction. univers. d'hist. nat., dirigé p. Ch. d'Orbigny. T. V. 1844. p. 662.

37. (F) **Reuss, A. E.,** Geognost. Skizzen aus Böhmen; Bd. II. Die Kreidegebilde des westl. Böhmens. Prag 1844. p. 210.

38. (F) **Orbigny, A. d',** Foraminifères fossiles du Bassin tertiaire de Vienne. Paris 1846. (Französ. und deutsch.)

39. **Dujardin, Fél.,** Article Rhizopodes in Diction. univers. d'hist. nat. Paris 1841—49. Vol. XI. 1848.

40. (F) **Czjzek, J. B.,** Beitrag zur Kenntniss der fossilen Foraminiferen des Wiener Beckens. Heidinger's naturw. Abhandl. Bd. I. 1845.

41. (F) **Reuss, A. E.,** Neue Foraminiferen aus d. Schichten des österr. Tertiärbeckens. Denkschr. d. k. k. Ak. zu Wien. Bd. 1. 1849.

42. (F) **Carter, H. J.,** On Foraminifera, their organization and their existence in a fossilized state in Arabia etc. Journ. of Bombay branch of roy. asiat. Society. Vol. III. 1849. p. 158.

43. **Carpenter, W. B.,** On the microscop. struct. of Nummulina, Orbitulites and Orbitoides. Quart. journ. geol. soc. Vol. VI. 1850. p. 22.

44. (F) **Orbigny, A. d',** Prodrome de Paléontologie stratigraph. univers. Paris 1850—52.

45. (F) **Reuss, A. E.,** Ein Beitrag zur Paläontologie der Tertiärsch. Oberschlesiens. Ztschr. d. d. geolog. Ges. Bd. III. 1851.

46. **Williamson, W. C.,** On the structure of the shell and soft animal of Polystomella crispa etc. Transact. of microsc. society, 1. ser. Vol. II.

47. **Williamson, W. C.,** On the minute structure of the calcareous shells of s. rec. spec. of Foraminif. Transact. micr. soc. 1. ser. Vol. III.

48. **Perty, M.,** Zur Kenntniss kleinster Lebensformen in der Schweiz. Bern 1852. (Nur Süsswasserformen.)

49. (F) **Carter, H. C.,** Descript. of s. of the larger forms of fossil. Foraminif. in Scinde etc. Ann. mag. n. h. 2. s. Vol. XI. 1853.

50. (F) **Reuss, A. E.,** Foraminiferen des Mainzer Beckens. Jahrb. f. Miner. u. Geol. 1853.

51. (F) **Ehrenberg, C. G.,** Mikrogeologie. Das Wirken des unsichtb. kl. Lebens auf d. Erde. Leipzig 1854.

52. (F) **Reuss, A. E.,** Beiträge zur Charakteristik der Kreideschichten in den Ostalpen. Denkschr. d. k. k. Akad. Wien 1854.

53. **Schultze, M.,** Ueber den Organismus der Polythalamien nebst Bemerk. über d. Rhizopoden im Allgem. Leipzig 1854.

54. (F) **Ehrenberg, C. G.,** Ueber den Grünsand und seine Erläuterung des organischen Lebens. Abh. d. k. Ak. d. Wiss. zu Berlin 1855. p. 85.

55. **Schultze, M.,** Beobachtungen über die Fortpfl. d. Polythalamien. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1856.

56. **Carter, H. C.,** Notes on the fresh-water infusoria in the Island of Bombay. Ann. mag. n. h. 2. s. Vol. 18 u. 20. 1856 u. 57. (Süsswasserformen.)

57. **Carpenter, W. B.,** Researches on the Foraminifera 1—4. ser. Philosoph. Transact. roy. soc. 1856. 59. 60.

58. **Parker and Jones,** Descript. of some foraminif. of the coast of Norway. Ann. mag. n. h. 2. ser. 19. 1857.

59. **Macdonald, J. D.,** Observations on the micr. examinat. of Foraminif. obt. etc. at the Feejee Islands. Ann. mag. n. h. 2. s. Vol. 20. 1857.

60. **Claparède et Lachmann,** Études sur les infusoires et les rhizopodes. Genève 1858—59. (Süsswasserformen.)

61. **Williamson, W. C.,** On the recent foraminifera of Great-Britain. Roy. society. London 1858.

62. **Parker and Jones** (z. Th. im Verein mit Kirkby und Brady), On the nomenclature of the Foraminifera. Ann. mag. nat. hist.:
   a) Part I. On the species enumerated by Linnaeus and Gmelin. 3. ser. Vol. III. 1859.
   b) Part II. On the species enumerat. by Walker and Montagu 3. ser. Vol. IV. 1859.
   c) P. III. The species en. by Fichtel and Moll. 3. s. Vol. V. 1860.
   d) P. IV. The species en. by Lamarck. 3. s. Vol. V. 1860 u. Vol. VI. 1860,
   e) P. V. The species en. by D. de Montfort. 3. s. Vol. VI. 1860.
   f) P. VI. Alveolina. 3. s. Vol. VIII.
   g) P. VII. Operculina and Nummulina. 3, s. Vol. VIII.
   h) P. VIII. Textularia. 3. s. Vol. XI.
   i) P. IX. The species enumer. by de Blainville and Defrance. 3. s. Vol. XII.
   k) P. X. The species enumer. by d'Orbigny (in Ann. d. sc. nat. Vol. VII. 1826.) 3. s. Vol. XII.
   l) P. XI. The species enumer. by Batsch in 1791. 3. s. Vol. XV.
   m) P. XII. The species illustr. by Models of d'Orbigny. 3. s. Vol. XVI.
   n) (F) P. XIII. The Permian Trochammina pusilla and its allies. 4. s. Vol. IV.
   o) (F) P. XIV. The species founded by d'Orbigny (Ann. sc. n. 1826) upon the figures in Soldani's Testaceographia et Zoophytographia. 4. s. Vol. VIII.
   p) (F) P. XV. The species figured by Ehrenberg. (Abh. d. Berl. Ak. 1838—47 und Mikrogeologie.) 4. s. Vol. IX. u. X.

63. **Reuss, A. E.,** Ueber die Verschiedenh. d. chem. Zusammensetz. d. Foraminiferenschalen. Sitzb. d. k. böhm. Ges. d. W. in Prag. 1859.

64. **Schultze, M.,** Die Gattung Cornuspira unt. d. Monothalamien u. Bemerk. üb. d. Organismus u. Fortpfl. d. Polythalamien. A. f. Naturgesch. 1860.

65. **Reuss, A. E.,** Entwurf einer system. Zusammenstellung der Foraminiferen. Sitzb. d. k. k. Ak. d. W. zu Wien. Bd. 44. 1861.

66. ——— Die Foraminiferenfamilie der Lagenideen. Sitzb. d. k. k. Ak. Wien. Bd. 46. 1863.

67. (F) ——— Die Foraminiferen des norddeutschen Hils und Gault. Sitzb. d. Ak. d. W. zu Wien, Bd. 46. 1863.

68. (F) ——— Foraminif. du crag d'Anvers. Bullet. acad. Brux. T. XV.

69. (F) ——— Paläontolog. Beiträge. 2 Th. Sitzb. d. Ak. d. W. zu Wien. Bd. 44.

70. **Wright, Str.**, On the reproduct. elements of the Rhizopoda. Ann. mag. n. h. 3. ser. Vol. VII. 1861.

71. (F) **Parker and Jones**, On the rhizopod. fauna of the mediterranean compared w. that of ital. and other tertiary deposits. Qu. journ. geolog. soc. Vol. XVI. 1860.

72. —— Report Brit. Assoc. for the advancem. of science. Newcastle 1863. (Ueber Foraminiferen v. Jamaica.)

73. —— Brady ibid. (Ueber britische Foraminiferen.)

74. **Carpenter, W. B.** (assisted by Parker. W. K. and Jones. T. R.). Introduction to the study of the Foraminifera. Roy. society. London 1862.

75. **Carter, H. C.**, On freshwater Rhizopoda of England and India. Ann. mag. nat. hist. 3. ser. T. XIII. 1864. 3. s. T. XV.

76. **Häckel, E.**, Ueber den Sarkodakörper der Rhizopoden. Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. XV. 1865.

77. **Brady, H. B.**, On the rhizopodal fauna of the Shetlands. Transact. Linnean soc. T. XXIV. 1864.

78. —— Catalogue of the recent foraminifera of Northumberland and Durham. Nat. hist. Transact. of Northumberl. and Durh. Vol. I. 1865.

79. **Parker and Jones**, On some Foraminifera from the Northatlantic and arctic oceans, includ. Davis straits and Baffin's Bay. Philosoph. Transact. roy. soc. 1865.

80. **Sars, M.**, Bemärkn. over det dyriske Livsudbredn. in Hav. Dybner. Forh. vidensk. selsk. Christiania 1865.

81. **Jones, Parker and Brady**, A Monogr. of the Foraminifera of the crag. Part. I. Palaeontolog. society. Vol. f. 1865. London 1866.

82. **Brady, H. B.**, On the rhizopodal Fauna of the Hebrids. Report Brit. Assoc. Nottingham Meeting. 1866.

83. —— Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt. 1867.

84. **Häckel, E.**, Monographie der Moneren. Jenaische Ztschr. für Medic. u. Naturwissensch. Bd. IV. 1868.

85. (F) **Gümbel, C. W.**, Beiträge z. Foraminiferenfauna der nordalpinen Eocängebilde. Abh. d. k. bair. Akad. München. Bd. X. 1868.

86. **Alcock**, On the life history of the Foraminifera. Mem. of the litter. a. philosoph. soc. of Manchester. Vol. III. 1868.

87. **Carpenter, W. B.**, On the rhizopodal fauna of the deep sea. Proceed. of roy. soc. London 1869. Auch Ann. mag. n. h. 3. s. T. IV.

88. (F) **Carpenter and Brady**, Descript. of Parkeria and Loftusia, two gigantic types of arenaceous foraminifera. Philos. Transact. roy. soc. 1869.

89. **Brady, H. B.**, The Foraminifera of tidal rivers. Ann. mag. nat. hist. 3. ser. T. VI. 1870.

90. **Archer, W.**, On some freshwater rhizopoda, new or little known. Qu. journ. microsc. science. N. ser. Vol. IX u. X. 1869 u. 70.

91. **Dawson, J. W.**, On Foraminifera from the gulf and river of St. Lawrence. Sillim. americ. journ. of science and arts. Vol. I. 1871. Auch Ann. m. n. hist. 3. ser. T. VII.

92. **Fischer, P.**, Bryozoaires, Échinod. et foraminifères marines du départ. de la Gironde. Paris 1871.

93. (F) **Jones and Parker**, On the Foraminifera of the family Rotalinae found in the cretaceous formations etc. Qu. journ. of geolog. soc. Vol. 28. 1872.

94. (F) **Jones, T. R.**, On the range of Foraminifera in time. Proc. of geolog. Assoc. etc. Vol. II. 1872. Siehe auch N. Jahrb. f. Mineralogie 1872.

95. **Ehrenberg, C. G.**, Uebersicht der seit 1847 fortges. Unters. über d. v. d. Atmosph. unsichtbar getragne Leben. Abh. d. Berliner Akad. aus d. J. 1871. Berlin 1872.

96. (F) **Gümbel, C. W.**, Ueber 2 jurass. Vorläufer des Foraminiferengeschlechts Nummulina und Orbitulites. N. Jahrb. f. Mineralogie Jahrg. 1872.

97. **Miller et van den Broeck**, Les foraminifères viv. et fossiles de la Belgique. I. Foraminif. viv. Ann. d. la soc. malacolog. de Belgique 1873.

97 a. **Ehrenberg, C. G.**, Mikrogeolog. Studien, als Zusammenfass. seiner Beobachtungen d. kleinst. Lebens d. Tiefgründe aller Zonen u. dessen geolog. Einfluss. Abh. d. k. Akad. Berlin 1873.

98. **Leidy, J.**, Proc. of the Acad. of nat. h. of Philadelphia. 1874 p. 75, 77 u. 86. p. 155, 166, 225 (Süsswasserformen). 1875 p. 126, 413. 1876 p. 54, 115, 197. 1877 p. 288, 293. 306, 321. 1878 p. 171.

99. **Hertwig, R., u. Lesser, E.**, Ueber Rhizopoden und denselben nahe stehende Organismen. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. X. Supplem. (Süsswasserformen). 1874.

100. **Hertwig, R.,** Bemerkungen zur Organisation und systemat. Stellung der Foraminiferen. Jen. Zeitschr. f. M. u. Naturwissensch. Bd. X. 1876.

101. **Schulze, F. E.,** Rhizopodenstudien. Archiv f. mikrosk. Anatomie I u. II. Bd. X. 1874. III—V. Bd. XI. 1875. VI. Bd. XIII. 1877. (Süsswf. haupts.)

102. **Broeck, E. van den,** Études sur les foraminif. de la Barbade (Antilles). Ann. de la soc. Belge de Microscopie. T. II. 1876.

103. **Jahresberichte** der Commission zur wiss. Untersuchung der deutschen Meere in Kiel f. d. J. 1872—73. II. u. III. Jahrg. Berlin 1875. **F. E. Schulze,** Rhizopoden (der Nord- und Ostsee).

104. **Broeck, E. v. d.,** Note sur les Foraminif. du littorale du Gard. Bull. de la soc. d'ét. sc. nat. de Nîmes 1876. Siehe Ber. in Revue scientif. 1878.

104a. **Cienkowsky, L.,** Ueber einige Rhizopoden und verwandte Organismen. Arch. für mikrosk. Anatomie Bd. 12. 1876.

105. (F) **Brady, H. B.,** A Monograph of carboniferous and permian Foraminifera (the genus Fusulina excepted). Palaeontolog. soc. Vol. f. 1876. London 1876.

106. (F) **Zittel, K. A.,** Handbuch der Paläontologie. 1. Lieferung. München 1876.

107. **Jones, T. R.,** Remarks on the Foraminifera with spec. refer. to their variability of Form, illust. by the Cristellarians. Monthl. microscop. journ. 1876.

108. **Archer, W.,** Résumé of recent contributions to the knowledge of „freshwater rhizopoda." Quart. journ. microsc. sc. Vol. XVI u. XVII. 1876 u. 77.

109. **Leidy, J.,** Proc. Ac. nat. hist. of Philad. 1877. P. III. p. 288, 293, 306. 321.

110. **Entz, G.,** Ueber die Rhizopoden des Salzteiches zu Szamosfalva. Naturhist. Hefte des Nation. Museums zu Budapest. 1. Heft. 1877.

111. **Allmann, G. J.,** Recent researches among some of the more simplesarcode organisms. Journ. of Linn. soc. Zool. Vol. 13. 1877.

112. **Wright, J.,** Recent Foraminifera of Down and Antrim (Proc. Belfast. nat. Field club. App, 1876—77).

113. **Schneider, Aim.,** Sur les Rhizopodes terrestres. (Rév. scientif. 1878.)

114. **Siddall, J. D.,** On the Foraminifera of the river Dee. Ann. mag. n. h. 4. s. T. XVII. 1878.

115. **Brady, H. B.,** On the reticul. and radiol. Rhizopoda of the Northpolar expedit. of 1875/76. Ann. mag. n. h. 5. s. Vol. I. 1878.

116. (F) **Möller, V. von,** Die spiralgewundnen Foraminiferen des russischen Kohlenkalks Mém. Acad. imp. St. Petersbourg. 7 s. T. XXV. 1878.

117. **Brady, H. B.,** Notes on some Reticularian Rhizopoda of the „Challenger" expedition. I. On new or little known arenaceous types. Qu. journ. of microsc. sc. N. S. Bd. 19. II. Addit. to the knowledge of porcellanous and hyal. types. ibid.

118. **Mereschkowsky, C. von,** Studien über die Protozoën des nördl. Russlands. Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. 16. (Süsswasserformen.)

2. Kurzer Ueberblick der morphologischen Auffassung und Gestaltung der Rhizopoda, sowie der Hauptuntergruppen dieser Abtheilung.

Die Rhizopoda begreifen nach unsrer schon oben kurz hervorgehobnen Definition sowohl nackte hüllenlose, als beschalte, umhüllte einzellige Sarkodinen, welche verhältnissmässig nur selten Neigung zur Bildung von organischen Verbänden mehrerer Individuen, zur Entwicklung echter Kolonien oder Stöcke zeigen. Wir bezeichnen hier die Rhizopodenindividuen durchaus als einzellig, da wir, wie in der Einleitung des genaueren ausgeführt ist, den Begriff der Zelle sowohl auf solche Elementorganismen oder Plastiden ausdehnen, welche kernlos als auch auf solche, die eine grössere Zahl von Kernen einschliessen und nicht nachweislich aus der Verschmelzung ursprünglich getrennter einkerniger Zellen hervorgegangen sind.

Wir behandeln daher unter den Rhizopoda sowohl kernlose Formen (sog. Moneren Häckel's) als kernführende, und dies um so mehr, als die

Frage nach dem Vorhandensein oder dem Mangel von Kernen bis jetzt in vielen Fällen noch nicht mit hinreichender Sicherheit entschieden ist. Auch der grössre oder geringre Grad von Differenzirung, welche der Protoplasmakörper der Rhizopoden erreicht hat, kann nur in sehr bedingtem Maasse unsere Auffassung von dem Umfang der hier zu betrachtenden Gruppe beeinflussen. So sehen wir keinen Grund ein, Formen mit Differenzirung in Ecto- und Entoplasma von solchen schärfer zu scheiden, bei welchen deiselbe fehlt; auch An- oder Abwesenheit einer schalenartigen Umhüllung, oder die Ausbildung contractiler Vacuolen scheint keineswegs hinreichend zur Trennung der hier vereinigten Formen in besondre Abtheilungen.

Alle hier als Rhizopoda vereinigten Formen schliessen sich, wenn wir von den soeben als nicht entscheidend zurückgewiesenen Charakteren absehen, unter einander so innig an und sind durch Uebergangsformen so innig verbunden, dass eine Auflösung derselben in getrennte Gruppen, wie dies mehrfach versucht wurde, keineswegs natürlich erscheinen kann. Schwieriger erscheint es hingegen, die Gesammtheit der Rhizopodenformen durch scharfe Angabe positiver Charaktere von den beiden andern hier noch unterschiednen Abtheilungen der Sarkodina, den Heliozoa und Radiolaria zu scheiden. Leichter geschieht dies in negativer Weise durch Hervorhebung der für beide letztgenannten Abtheilungen charakteristischen Momente, welche den Rhizopoda abgehen.

Versuchen wir es jedoch hier, die schon früher angedeuteten positiven Merkmale dieser Abtheilung noch etwas eingehender darzustellen und dabei gleichzeitig einen Ueberblick über die morphologische Gestaltung des Rhizopodenkörpers zu gewinnen.

Die morphologische Gestaltung des Rhizopodenkörpers ist, wenn nicht durch die Ausbildung einer Schalenumhüllung die Gestaltung eine bestimmtere, eben durch die Schale bedingte, geworden ist, eine gewöhnlich sehr veränderliche, indem das Plasma des Körpers mit oder ohne Bildung wahrer Pseudopodien mannigfachem Gestaltswechsel unterliegt. Aber auch die wechselgestaltigen nackten Rhizopoden nehmen nicht selten zeitweise beim Eintritt von Ruhezuständen eine schärfer umschriebene Gestaltung an, die sich dann gewöhnlich der kugligen, homaxonen, nähert. Auch bei denjenigen wenigen Formen, die mit einer bestimmteren bleibenden Körpergestalt den Mangel einer wirklichen Umhüllung verbinden und bei welchen die Formveränderung, die Entwicklung von Pseudopodien, auf einen beschränkten Bezirk der Körperoberfläche begrenzt ist, sind wir wohl berechtigt eine oberflächliche Verdichtung des Plasma's anzunehmen, wenn dieselbe auch noch nicht bis zur Bildung einer wirklichen Schalenhaut geführt hat. Nur in seltnen Fällen sehen wir jedoch unter den Rhizopoden die bei Ruhezuständen nackter Formen gewöhnliche kuglige Gestaltung auch noch bei dauernder Bildung einer Hülle bewahrt, sondern die eben schon angedeutete monaxone Gestaltung dadurch zur Ausbildung gelangend, dass die Bildung der Schalenhaut an

einer, unter Umständen jedoch auch zwei entgegengesetzten Stellen der Körperoberfläche unterbleibt, wodurch demnach grössere Oeffnungen in der Schalenhaut, zur Communication des Plasmakörpers mit der Aussen welt entstehen.

Auch die homaxone, kuglige und bleibende Schalenhaut erfordert jedoch geeignete Einrichtungen, welche eine Communication des Plasmakörpers mit der Aussenwelt gestatten, die denn auch ohne die homaxone Gestaltung aufzuheben in der Weise zur Ausbildung gelangen, dass die Schalenhaut hier von mehr oder minder zahlreichen feinen Oeffnungen durchbrochen ist

Wir erkennen in dieser Weise zugleich, dass die Rhizopoden, abgesehen von den unbeschalten, nackten Formen, sich in zwei Hauptgruppen spalten, je nachdem die Communication des beschalten Weichkörpers mit der Aussenwelt sich durch eine oder zwei grössere Schalenöffnungen oder durch eine grössere Zahl kleiner Oeffnungen vollzieht (Imperforata und Perforata). Da nun aber auch bei den allseitig von feinen Löchern durchbrochnen Schalen dieser Perforirten eine weitere Hauptöffnung gewöhnlich zur Ausbildung gelangt, so bietet auch die grosse Mehrzahl dieser Formen eine homaxone Gestaltung dar.

Im weiteren morphologischen Verhalten zeigt der beschalte Rhizopodenorganismus sich namentlich darin noch different, dass das Wachsthum des Individuums entweder ein das ganze Leben hindurch gleichmässig fortschreitendes ist, was seinen Ausdruck in dem durchaus einheitlichen, keine Unterabtheilungen zeigenden Schalenbaue erhält (Einkammerige, Monothalamia), oder aber, dass das Wachsthum ein periodisch absetzendes und anschwellendes ist, wobei der Schalenraum, den einzelnen Wachsthumsperioden entsprechend, in eine kleinere oder grössere Anzahl mehr oder weniger von einander geschiedner Abtheilungen zerlegt wird (Mehrkammerige, Polythalamia). In dieser Kammerbildung der beschalten Rhizopoden eine Wiederholung des Einzelindividuums, also eine Koloniebildung zu erblicken, wie dies wenigstens für einen Theil der Formen anfänglich sehr natürlich erscheint, hat sich durch die Untersuchung des Weichkörpers nicht ausreichend bewahrheitet und wird späterhin das Nähere über diese Frage mitzutheilen sein.

Eine weitere hier vorläufig flüchtig zu berührende Eigenthümlichkeit der beschalten Rhizopoden betrifft die Natur des Materials der Schale, worin sich nicht unerhebliche Verschiedenheiten zeigen können. Gegenüber den beiden anderen Abtheilungen der Sarkodinen fällt hier die Seltenheit der Abscheidung von Kieselsäure als Material des Schalenbau's auf. Wenn es sehr wahrscheinlich ist, dass Kieselsäure in einigen Fällen das Schalenmaterial bildet, so ist doch hierüber noch keine völlige Sicherheit erreicht. Fast sämmtliche Hüllbildungen der Rhizopoden sind entweder aus reiner chitinartiger Masse gebildet, oder aber durch secundäre Imprägnation und Auflagerung von kohlensaurem Kalk zu Kalkschalen umgebildet; oder schliesslich aus dem Rhizopodenkörper ursprünglich

fremden, von aussen her aufgenommenen festen Partikeln der verschiedensten Art, unter Mitwirkung eines ebenfalls seiner Natur nach verschiedenartigen, von dem thierischen Körper gelieferten Bindemittels aufgebaut. Versuche, die Natur dieser verschiedenartigen zum Aufbau der Schalen verwertheten Substanzen zur Grundlage einer natürlichen Klassifikation derselben zu machen, haben sich, wie späterhin noch genauer zu erörtern sein wird, als trügerisch herausgestellt.

Was schliesslich die Erscheinungen der Fortpflanzung der Rhizopoden in Beziehung zu ihrer morphologischen Auffassung und ihrer Stellung in der Klasse der Sarkodinen betrifft, so lässt sich bei der im Ganzen sehr spärlichen Erfahrung über diesen wichtigen Abschnitt ihrer Lebenserscheinungen nur wenig Positives berichten. Die Fortpflanzungserscheinungen der Rhizopoden sind wie die der Protozoën überhaupt identisch mit denen der Zelle im Allgemeinen. Es sind die Erscheinungen der Theilung und die daraus abgeleiteten der einfachen und vielfachen Knospung oder Sprossung, zum Theil jedoch auch wohl die der simultanen Theilung in zahlreiche Tochterindividuen. Diese Vermehrungserscheinungen können sowohl am nackten Plasma der Rhizopoden auftreten, als auch seltner nach vorhergehender Umhüllung durch eine sogen. Cyste während eines Ruhezustandes.

In wieweit ein durch eine Copulation oder Conjugation sich vollziehender Vermischungs- oder Verschmelzungsprocess des Plasmakörpers zweier oder mehrerer Individuen von Einfluss auf die oben hervorgehobenen Vermehrungsvorgänge der Rhizopoden ist, scheint bis jetzt noch sehr wenig festgestellt.

Die durch die Theilung oder Knospung erzeugten neuen Individuen können entweder, und es scheint dies wohl in der Mehrzahl der Fälle sich zu ereignen, schon von Anfang an die Gestaltung des Mutterorganismus besitzen (abgesehen von etwa nachträglich erst eintretender Schalenbildung), oder sie treten zuerst in einer von dem Mutterorganismus abweichenden Form flagellatenartiger Schwärmer auf. Letztere gehen bald in die Gestaltung des mütterlichen Organismus über und ihre Entwicklung verräth eine auch durch anderweitige Erfahrungen bestätigte Beziehung der Rhizopoden und Sarkodinen überhaupt zu den flagellatenartigen Wesen.

Die vorstehende allgemeine Betrachtung der Rhizopoda hat uns gleichzeitig befähigt, die von uns unterschiednen Hauptunterabtheilungen dieses Formenkreises kurz zu charakterisiren, was noch hier bevor wir zu einer genaueren Betrachtung der Organisation im Einzelnen schreiten, geschehen soll. Die in der Einleitung schon hervorgehobnen Schwierigkeiten einer auf natürlichen und vor Allem genetischen Beziehungen basirten Klassifikation der Protozoën überhaupt, wird jedoch auch in diesem speciellen Falle den systematischen Versuchen zur Beurtheilung unterzulegen sein.

Wir bringen zunächst sämmtliche unbeschalten Formen in eine Abtheilung der Amöbaea, denen die beschalten als Testacea gegenüber

stehen, ohne dass jedoch diese Abtheilung der Testacea als eine ganz natürliche, auf gemeinsamem Ursprung beruhende, zu betrachten wäre. Die Testacea zerfällen wir in die zwei Gruppen der Imperforata und Perforata, welche sich auf den oben hervorgehobnen Unterschied in der feinern Beschaffenheit der Schalenwandungen gründen.

In dem besonderen, der Systematik gewidmeten späteren Abschnitt wird diese Gruppirung und ihre Beziehungen zu anderweitigen Klassifikationsversuchen auf diesem Gebiet eine eingehendere Besprechung zu erfahren haben.

3. Der Schalenbau der Rhizopoda.

Indem wir unsre Aufmerksamkeit hier zunächst dem Schalenbau der Rhizopoda zuwenden, verlassen wir eigentlich den Gang einer natürlichen Betrachtung, indem wir statt des eigentlich Primären, des protoplasmatischen, die Schale erzeugenden Weichkörpers, diesem secundären Erzeugniss des Rhizopodenkörpers die erste Stelle in unsrer Betrachtung einräumen. Da jedoch die grosse Mehrzahl der Rhizopoden eine Schale erzeugt und diese für die Gestaltung des ganzen Organismus dann gewissermaassen bestimmend erscheint, wenn ja auch dieses Bestimmungsverhältniss eigentlich umgekehrt liegt, so wird es aus Gründen der übersichtlichen Darstellung gerechtfertigt erscheinen, mit der Besprechung des Schalenbaues zu beginnen.

A. Materialien des Schalenbaus.

Schon an einer früheren Stelle haben wir in Kürze die Natur derjenigen Stoffe kennen gelernt, welche der Rhizopodenorganismus zum Aufbau seiner Schale verwendet. Es ist dies zunächst eine organische, stickstoffhaltige Substanz, die wir nach ihrem Verhalten gegenüber Reagentien wohl als Chitin, einen bei den wirbellosen Thieren so verbreiteten, zur Bildung der mannigfachsten Hüllen verwertheten Stoff, bezeichnen dürfen. Von jenen aus reiner Chitinmasse aufgebauten Schalen leiten sich ohne Zweifel die bei den marinen Formen so verbreiteten Kalkschalen ab, welche durch Imprägnation einer meist sehr spärlichen chitinösen Grundlage mit mineralischen, hauptsächlich aus kohlensaurem Kalk bestehenden Substanzen gebildet werden. Eine weitere dritte Reihe von Schalen wird dadurch erzeugt, dass zur Verstärkung der Schalenwandungen mannigfache Fremdkörper aufgenommen werden und durch ein verschiedenartiges Cement zusammengekittet die Schale aufbauen. Je nach der Natur dieses Cements leiten sich solche Bildungen sowohl von rein chitinösen als kalkigen Schalen her, oder es können auch noch weitere chemische Substanzen, so Eisenoxydsalze oder seltner Kieselsäure zur Verkittung der Fremdkörper verwerthet sein.

Nur in seltnen, und bis jetzt noch nicht hinreichend sicher gestellten Fällen, scheint die Schale der Rhizopoden aus Kieselsäure zu bestehen und wird es später noch unsre Aufgabe sein, diese Fälle etwas genauer zu betrachten.

a. Chitinöse Schalen.

Die Verwerthung reiner, von mineralischen Stoffen nicht imprägnirter Chitinmasse zum Schalenbau ist vorwiegend den Formen des süssen Wassers eigenthümlich, jedoch keineswegs ausschliesslich auf diese beschränkt. Indem wir hier zunächst von den morphologischen Verhältnissen der Schalen absehen, beschäftigen wir uns mit den Eigenthümlichkeiten der diese Schalen aufbauenden chitinösen Substanz und dem feineren Bau der Schalenwände.

Entsprechend dem chemischen Verhalten des Chitins widerstehen solche Schalen der Einwirkung verdünnter Mineralsäuren, lösen sich jedoch in concentrirten, namentlich concentrirter Schwefelsäure auf. Kaustischen Alkalien widerstehen sie sogar gewöhnlich beim Erhitzen. Dennoch ist nach dem bis jetzt hierüber Ermittelten die Widerstandsfähigkeit der gemeinhin als chitinös bezeichneten Schalen gegenüber den oben genannten Reagentien keineswegs gleich ausgebildet.

Ein derartiges chitinöses Schalenhäutchen kann nun in sehr verschiedener Stärke zur Entwicklung gelangen, z. Th. nur als ein äusserst zartes, schwer sichtbares Häutchen, der Oberfläche des Plasmakörpers dicht anliegend (so Lieberkühnia, Gromia z. Th., Pamphagus, Diplophrys, II. 16, III. 6, 1)*), z. Th. eine ansehnlichere Stärke erreichend, jedoch noch eine biegsame elastische Beschaffenheit bewahrend und der Körperoberfläche dicht aufliegend (so Gromia z. Th., Lecythium), während sich bei stärkerer Entwicklung der Schalenhaut und einer mehr starren, weniger biegsamen Beschaffenheit derselben der Plasmakörper von der Schale gewöhnlich mehr oder weniger zurückzieht (so z. B. Platovum, Hyalosphenia etc. II. 10, III. 17a). Alle die seither erwähnten Schalenbildungen bestehen aus ganz homogener, durchsichtiger, keine besonderen Structurverhältnisse zeigender Chitinmasse, die meist auch völlig farblos ist oder doch nur von leicht gelblicher Färbung. Eine weitere Reihe chitinöser Schalen zeigt jedoch eigenthümliche Structurverhältnisse, die einer genaueren Erwähnung bedürfen. Die ersten Andeutungen solcher feineren Structuren an chitinösen Schalen treten uns entweder als eine Bedeckung der äusseren Schalenoberfläche mit feinen Höckerchen entgegen (Pyxidicula Ehrbg.) oder als eine zarte Strichelung der Schalenoberfläche (Plectophrys Entz.) oder auch als eine feine reticuläre oder areoläre Zeichnung der Aussenseite (so Pseudochlamys, einige sogen. Difflugien, triangulata Lang. und carinata Arch.). Von diesen feinen Structurverhältnissen, welche, wie es scheint, auf die Schalenoberfläche beschränkt sind, leiten sich jedoch wohl die Einrichtungen einer Reihe weiterer Formen ab, bei welchen die Schale aus feinen Plättchen aufgebaut ist, die wohl den durch die erwähnten reticulären Zeichnungen umschriebnen Feldchen entsprechen dürften. Ueber die chemische Natur dieser Plättchen existiren bis

*) Die Schwierigkeiten der sicheren Erkennung eines so zarten Häutchens machen es erklärlich, dass dessen Existenz bei manchen der hierherzurechnenden Formen noch streitig ist.

jetzt noch mannigfache Zweifel und scheint es nach den vorliegenden Untersuchungen nicht unwahrscheinlich, dass einestheils sowohl eine chitinöse Bildung, als eine Verkieselung derselben statthaben kann. Die Unsicherheit, welche bis jetzt über diese Verhältnisse herrscht, im Zusammenhang mit der grossen morphologischen Aehnlichkeit dieser Plättchenformen untereinander, veranlasst uns diese Bauverhältnisse der Schalen hier im Zusammenhang zu betrachten*).

Die erwähnten Plättchen treten entweder in rundlich scheibenförmiger Gestalt auf und setzen in dichter Zusammensetzung oder, indem sich ihre Ränder etwas über einander schieben, die Schalenwandung zusammen (so Cyphoderia, Difflugia bipes Cart., Euglypha und Trinema nach F. E. Schulze, s. III. 13, 10, 12), oder sie besitzen einen mehr oder weniger regelmässig viereckigen bis mehreckigen Umriss, sich mit ihren Rändern aneinanderfügend (Quadrula mit vorzugsweise viereckigen Plättchen, T. II. 12, Euglypha nach Hertwig und Lesser mit sechseckigen Plättchen). Unter einander stehen diese Plättchen in mehr oder weniger fester Verbindung, so dass es z. Th. nicht unschwer gelingt, die Plättchen von einander zu isoliren. Was ihre Anordnung betrifft, so ordnen sie sich gewöhnlich in ziemlich regelmässigen Reihen, die entweder nach der Längs- und Querrichtung der Schale verlaufen (so Quadrula gewöhnlich) oder schief zur Schalenaxe stehen (Euglypha, Trinema, Cyphoderia). Besondere Auszeichnungen einzelner solcher Plättchen sind z. Th. vorhanden; so tragen die des Hinterendes zuweilen borsten- bis stachelartige Fortsätze (Euglypha III. 12a, Quadrula z. Th.) und bei ersterer Gattung können solche borstige Fortsätze auch über die ganze Schale verbreitet sein. Bei Euglypha zeigen gleichzeitig auch die die Mündung der Schale umsäumenden Plättchen eine abweichende Gestaltung, endigen fein zugespitzt und mit gezähnten Rändern, so dass hierdurch der Mündungsrand gewöhnlich eine gezackte Beschaffenheit erhält (III. 12a).

Etwas abweichend von dem soeben erörterten Schalenbau, jedoch sich nahe anschliessend, erscheint der der Gattung Arcella. Die Schalenwandung derselben zeichnet sich einmal dadurch aus, dass sie zwei übereinandergelagerte Schichten unterscheiden lässt (II. 9c), eine dünnere, innere, welche keine Structurverhältnisse zeigt und eine dickere äussere, welche von der Fläche betrachtet eine feine reticuläre Zeichnung erkennen lässt (II. 9b), deren einzelne hexagonale Feldchen in ihrer Anordnung die auf der Rückseite von Taschenuhren gewöhnlich angebrachte Zeichnung wiedergeben. Es rührt dieselbe davon her, dass in der äussern Schicht zahlreiche hexagonale prismatische (wohl mit Flüssigkeit gefüllte) Hohlräume dicht zusammenstehen. Zuweilen lässt sich ein Zerfall der äussern Schicht in diesen Hohlräumchen entsprechende Prismen beobachten, woraus also eine Zusammensetzung der äussern Schicht der Arcellaschale aus zahlreichen kleinen hexagonalen, hohlen Prismen sich ergibt, welche

*) Vgl. hierüber auch weiter unten im Abschnitt über kieselige Schalenbildungen der Rhizopoda.

den Plättchen der seither besprochenen Formen wohl an die Seite gestellt werden dürfen*).

Ausser den schon hier hervorgehobnen Structurverhältnissen mögen wohl noch eine Reihe von besonderen Bildungsverhältnissen sich finden, wie dies aus den zahlreichen von Ehrenberg (95) beschriebenen und abgebildeten Schalen von Arcellinen und Euglyphinen sich erschliessen lässt, die jedoch im Ganzen zu ungenau untersucht sind, als dass sich bezüglich ihrer feineren Schalenstructur eine sichere Angabe machen liesse.

Ein beträchtlicher Theil der structurlosen wie der structurirten Chitinschalen bleibt stets farblos, wasserhell, und in gleicher Weise tritt auch das Schalenhäutchen ursprünglich bei den im entwickelten Zustand gefärbten Chitinschalen auf. Die bei letzteren auftretende Färbung ist eine mehr oder weniger intensiv gelbliche bis bräunliche (so Cochliopodium, Pseudochlamys, Pyxidicula, Ditrema, Gromia z. Th.), ja kann zuweilen ein gesättigtes Braun erreichen (Arcella). —

β. Die Kalkschalen.

Bei weitem complicirtere Structurverhältnisse zeigen die Kalkschalen, welche bis jetzt ausschliesslich bei marinen Formen angetroffen wurden. Dass dieselben sich ursprünglich von chitinigen Schalenbildungen herleiten, geht einmal daraus hervor, dass sich nach Auflösung des Kalkgehaltes durch verdünnte Säuren eine aus einer organischen, wohl zweifellos chitinigen Substanz bestehende Grundlage wohl constatiren lässt, wenn dieselbe auch nie in sehr erheblichem Grade entwickelt ist und dass ferner unter gewissen später noch näher zu bezeichnenden Bedingungen der Gehalt solcher Schalen an Kalk sich sehr verringern kann, ja die Schale eine rein chitinöse Beschaffenheit anzunehmen im Stande ist.

Was zunächst die chemische Natur der zur Verstärkung in die Schalenwandungen aufgenommenen mineralischen Bestandtheile betrifft, so wird die Hauptmasse derselben aus kohlensaurem Kalk gebildet, neben dem jedoch M. Schultze bei Orbiculina und Polystomella auch geringe Mengen von phosphorsaurem Kalk nachzuweisen vermochte. Genaue Analysen der kalkigen Rhizopodenschalen liegen jedoch bis jetzt noch nicht vor.

Ueber den Antheil, welchen die chitinöse organische Grundlage der Kalkschalen an deren Aufbau nimmt, sind die Ansichten der Beobachter etwas getheilt. M. Schultze und Carpenter folgern aus ihren Beobachtungen eine durchgehende Imprägnation der kalkigen Schalenwandungen mit organischer Substanz, die daher nach vorsichtigem Auflösen der Kalksalze durch verdünnte Säuren als zarter, etwas körniger oder faserig-flockiger Rest in der ganzen Dicke der Schalenwandungen erhalten bleibt. Auch ich muss mich nach mehrfachen Versuchen sowohl an Imperforaten als Perforaten dieser Auffassung im Gegensatz zu Kölliker anschliessen,

*) S. hierüber hauptsächlich Nr. 99 u. Bütschli, Arch. f. m. An. XI.

der ausser dem gleich zu erwähnenden inneren und äusseren Schalenhäutchen kaum eine Spur von organischer Substanz nach Entfernung der Kalksalze angetroffen haben will. Die soeben erwähnten Schalenhäutchen bleiben nach der Behandlung mit Säuren als verdichtete, ohne Zweifel reichlicher mit organischer Substanz imprägnirte Grenzschichten der Schalenwandungen sowohl auf der inneren wie äusseren Oberfläche zurück, und da auch sämmtliche weiteren oder feineren, die Schalenwandungen durchsetzenden Oeffnungen oder Kanäle nach der Entkalkung ein derartiges Häutchen als Auskleidung aufweisen, so stehen hierdurch das innere und äussere Häutchen in directer Verbindung (IX. 10). Schon Dujardin und Ehrenberg kannten das innere Schalenhäutchen und M. Schultze beschreibt es eingehend und hält es für unverkalkte chitinöse Substanz. Auch Kölliker ist geneigt, sich ihm in dieser Beziehung anzuschliessen; er glaubt jenes innere Schalenhäutchen, das M. Schultze allein bekannt war, für die äussere Grenze des Thierleibes selbst halten zu dürfen. Im Gegensatz hierzu bezeichnet er das äussere Schalenhäutchen als verkalkt. Nach meinen Untersuchungen bin ich geneigt, die sehr scharfe und deutliche, jedoch etwas unregelmässige Ausbildung, welche sowohl das innere wie äussere Schalenhäutchen häufig zeigen, vorzüglich auf vertrocknete Reste des protoplasmatischen Inhalts der Schalen oder eines äusserlichen Ueberzugs derselben zu beziehen, da nach sorgfältigem Auskochen derselben in Kalilauge sowohl das äussere wie innere Häutchen gewöhnlich nur als wenig deutliche, etwas verdichtete Grenzschichten der organischen Grundlage der Schalenwandungen sich darstellen, die sogar meiner Auffassung nach kaum die Bezeichnung Schalenhäutchen oder Cuticula verdienen. Immerhin scheint eine solche Grenzschicht der Schalenwandungen gewöhnlich entwickelt zu werden, da man einmal bei Imperforaten die Grenze zwischen zwei sich aufeinanderlegenden Kammern oder Umgängen durch eine solche Schicht häufig sehr deutlich bezeichnet trifft, andrerseits dagegen die sehr deutliche Schichtung der Schalenwandungen zahlreicher Perforaten ihren Grund wohl ohne Zweifel in der Ausbildung derartiger etwas mehr verdichteter Grenzschichten besitzt, und sowohl das erste wie das letztgenannte Verhalten sich bei vorsichtiger Entkalkung z. Th. noch recht wohl an den organischen Resten der Schalen nachweisen lässt.

Eine weitere Frage ist, ob die Ausbildung einer sogen. inneren oder primären Schalenlamelle, wie sie sich nach Carpenter's Untersuchungen bei zahlreichen Perforaten findet, und worüber weiter unten noch Näheres mitzutheilen sein wird, nicht durch ihr Verhalten nach der Entkalkung mehrfach als inneres Schalenhäutchen in Anspruch genommen werde.

Was die feinere Beschaffenheit der verkalkten Schalenwandungen der Imperforaten betrifft, so erscheinen dieselben im auffallenden Licht stets weiss, opak, porcellanartig, was hauptsächlich bei solchen Formen noch deutlicher hervortritt, welche eine glänzend polirte Oberfläche besitzen.

*) Icones zootomicae I. 186.

Im durchfallenden Licht hingegen erscheinen sie selbst in Dünnschliffen ziemlich tiefbraun, was von M. Schultze und Carpenter dem Gehalt an organischer Substanz zugeschrieben wird, eine Ansicht, die ich nicht für richtig halte, da nach Auflösen des Kalkes die rückbleibenden Reste höchstens eine schwach gelbliche Färbung zeigen. Die verkalkten Wandungen dieser Schalen sollen nach Carpenter ganz structurlos, homogen sein, was ich, wie schon früher Kölliker, nicht für ganz richtig halte, so zeigt wenigstens Orbitolites und ähnlich auch Alveolina bei starken Vergrösserungen ein sehr feinfaserig-körniges Wesen der Schalenmasse, was wohl nicht ohne Beziehung zu der bräunlichen Färbung der Schalen sein dürfte. Was die bei dieser Abtheilung nicht seltnen Verzierungen der äusseren Schalenoberfläche betrifft, so bestehen diese entweder in mehr oder weniger tiefen punktförmigen Eindrücken, die nicht mit den Porenkanälen der perforirten Schalen verwechselt werden dürfen, oder aber indem derartige Eindrücke weiter und flacher werden, kann eine netzförmige, areoläre Zeichnung sich ausbilden. Sehr häufig begegnet man ferner auf der Oberfläche solcher Schalen einer Bildung erhabner Streifen mit dazwischen liegenden Furchen, und zwar meist parallel der Schalenaxe, seltner in zu dieser senkrechter Richtung. In der näheren Ausführung dieser Verzierungen zeigt sich eine grosse Mannigfaltigkeit.

Im Gegensatz zu den soeben besprochenen Kalkschalen der Imperforaten zeigen die der Perforata niemals eine so opake Beschaffenheit der Schalenwandungen, sondern im Gegentheil meist eine vollkommen durchsichtig glasartige, wo nicht die zahlreichen Porenkanäle eine Veränderung des optischen Verhaltens der Schalenwandungen bedingen. Es hängt die glasartig durchsichtige Beschaffenheit der Schalenwandungen dieser Formen ohne Zweifel damit zusammen, dass ihnen das feinfaserig körnige Wesen, welches wir bei den Imperforaten trafen, meist völlig abgeht. Deutlich tritt jedoch diese pellucide, glasartige Beschaffenheit nur bei solchen Geschlechtern der Perforaten hervor, welche mit relativ dünnen Wandungen ziemlich weite und nicht sehr dichtstehende Porenkanäle verbinden, wie z. B. bei gewissen Rotalinen. Wird hingegen die Dicke der Schalenwandungen beträchtlich, sind dieselben gleichzeitig von sehr dicht stehenden und engen Poren kanälchen durchsetzt, so wird hierdurch, bei der Erfüllung der Porenkanälchen mit Luft oder einem andern in seinen Brechungsverhältnissen von den Schalenwandungen verschiednen Stoff, die Durchgängigkeit der letzteren für das Licht wegen der häufigen Reflexionen sehr alterirt und an Stelle der glasartig durchsichtigen Beschaffenheit der Schalenwandungen tritt eine getrübte, milchige, halbopake, wie dies bei den Nummuliniden fast durchaus der Fall ist. Indem sich jedoch an derartigen halbopaken Schalen der Perforaten häufig lokale Anhäufungen von solider, nicht mit feinen Porenkanälen oder doch nur von weiteren Kanälen durchzogner Schalenmasse in Gestalt von Bändern, Tuberkeln, Kielen etc. bilden,

so trittauch an solchen Stellen die glasartige Beschaffenheit wieder deutlich hervor. Dasselbe ist natürlich auch der Fall an genügend dünnen Schliffen, die in geeigneter Richtung zu dem Verlauf der Porenkanäle geführt sind. Wenn nun auch eine solche glasartig durchsichtige Beschaffenheit eine fast allgemeine Verbreitung unter den Perforaten zu besitzen scheint, so sind doch zuweilen auch rein opake Schalen dieser Typen anzutreffen, so z. B. Calcarina, und nach Carpenter sollen die todten Schalen durch langes Liegen in Seewasser häufig durchaus weiss und opak werden.

Was die Färbung der Schalenmasse der Perforaten anbetrifft, so fehlt eine solche gewöhnlich durchaus, sie ist ganz oder nahezu farblos; dagegen findet sich bei Polytrema sehr gewöhnlich eine mehr oder weniger intensiv rothe Farbe derselben, wie sie ähnlich auch einer Anzahl Rotalinen eigen sein soll, wogegen M. Schultze die Färbung letztrer auf die der durchschimmernden Sarkode bezieht. Eine sehr schöne blaue Färbung zeigt die Schalenmasse der interessanten Carpenteria Raphidodendron Möb.

Der wichtigste Charakter im feineren Schalenbau der Perforaten liegt jedoch in der Perforation der Schalenwandungen durch mehr oder minder zahlreiche Porenkanäle, die fast stets in ziemlich gestrecktem Verlauf die innre Schalenfläche mit der äussern in Verbindung setzen. (Eine Reihe von bildlichen Darstellungen dieser Porenkanäle bieten die Tafeln VII—XIII.) Bezüglich ihrer feineren Ausbildungsverhältnisse zeigen diese Porenkanäle eine ziemliche Mannigfaltigkeit. Zunächst sind es die Grössenverhältnisse derselben und ihre Vertheilung über die Schale, die hier unsre Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen. Die weitesten Porenkanäle finden sich bei den Globigeriniden, wo sie zwischen 0,0127—0,0025 Mm. Durchmesser schwanken, im Allgemeinen jedoch die gröberen Porenkanäle von ca. 0,0127—0,005 Mm. Durchmesser vorherrschen (VII. 28a, IX. 8). Relativ weite Porenkanäle von 0,017 Mm. finden sich bei Orbulina, hier jedoch neben sehr feinen, so dass bei dieser Form sich gleichzeitig zweierlei Porenkanäle vorfinden, wie es von Wallich auch für die nahverwandte Globigerina (VII. 29c) und von M. Schultze für Discorbinia angegeben wird, so dass dieses Verhalten unter den Globigeriniden keineswegs isolirt zu sein scheint*).

Schon bei Rotalia und einigen weiteren Formen unter den Globigeriniden verfeinern sich jedoch die Porenkanäle sehr beträchtlich und dasselbe gilt nahezu durchaus von den Nummuliniden, bei letzteren Formen besitzen sie einen Durchmesser von ca. 0,0025 Mm. und erinnern durch ihre Feinheit und ihr dichtgedrängtes Beisammenstehen sehr an die Dentinröhrchen bei den Wirbelthieren (X u. XII). Noch weiter jedoch geht

*) Auch an der ansehnlichen kuglig angeschwollnen Endkammer gewisser Cymbaloporen sind ähnlich wie bei Orbulina grobe und feine Poren vorhanden.

die Feinheit der Porenkanäle bei der Abtheilung der Lagenideen, wo ihr Durchmesser kaum noch nennbar ist und sie ungemein dicht zusammengedrängt stehen. Im Allgemeinen scheint daher die Feinheit der Röhrchen und die Entfernung derselben von einander proportional zu sein.

Im besondern zeigen die feineren Bauverhältnisse dieser Porenkanäle noch einige erwähnenswerthe Verhältnisse. Während sie gewöhnlich in ihrem ganzen Verlauf durchaus gleiche Weite besitzen, findet sich bei einigen Globigeriniden eine trichterförmige Erweiterung der Porenröhren nach der Aussenfläche der Schale zu (so namentlich bei Globigerina); andrerseits können sich jedoch auch die Porenkanälchen über die Oberfläche der Schale hinaus zu kurzen Röhrchen verlängern, wie solches von verschiednen Gattungen der Globigeriniden, so hauptsächlich Bigenerina (Textularia) und Planorbulina bekannt ist. In ihrem Verlauf zeigen die Porenkanälchen sehr häufig eine quere Streifung, die mit der Schichtung der Schalenmasse im Zusammenhang steht, indem die Schichtengrenzen durch schwache Faltungen in den Porenkanalwandungen angedeutet sind (IX. 10). Auf der Schalenoberfläche lassen sich um die Mündungen der Poren bisweilen zarte, dieselben umziehende erhabne Kanten wahrnehmen, die zusammen eine reticuläre Felderung bilden, so dass jede Porenöffnung in einem solchen Feldchen liegt, wie solches bei Globigerina und Orbulina häufig deutlich zu beobachten ist. Eine ähnliche, jedoch viel zärtere areoläre Zeichnung um die Porenöffnungen findet sich jedoch nach Carpenter auch bei Operculina und da diese sich auch um den Querschnitt jedes Porenkanals auf Tangentialschliffen der Schale zeigt (X. 4 d u. e), so liegt die Vermuthung nahe, dass sich die Schalenmasse hier aus sehr feinen senkrecht zur Oberfläche stehenden Kalkprismen aufbaue, von welchen jedes von einem Porenkanal durchsetzt wird. Dasselbe hat Kölliker auch bei Heterostegina, Cycloclypeus und Rotalia nachzuweisen vermocht und schliesst sich der Carpenter'schen Deutung an, während Carter bei einer Planorbulina-artigen Form (seiner Aphrosine) gleichfalls dieselbe Bildung traf. Andrerseits ist für die äussere Schalenmasse bei Orbulina und Globigerina durch Wallich der Nachweis geführt worden, dass sie sich aus keilförmig nach aussen erweiterten, an krystallinische Bildungen erinnernden Partikeln zusammensetze (VII. 2, 9a u. b), und eine ähnliche Structur wird auch für die entsprechende äussere Schalenmasse weiterer Perforaten angegeben, sowohl Lagenideen (z. B. Lagena) als Globigerinideen (z. B. Pulvinulina). Von Carter wurde schon früherhin versucht, eine Zusammensetzung gewisser späterhin näher zu erörternder Schalentheile einiger Perforaten aus zahlreichen feinen spicula-artigen Gebilden zu erweisen, wogegen späterhin hauptsächlich Carpenter zu zeigen versuchte, dass es sich hier um ein anderes, mit dem Verhalten und dem Verlauf des sogen. Kanalsystems in Zusammenhang stehendes Structurverhältniss handle. Neuerdings hat jedoch Carter bei einer als Rotalia bezeichneten Form (wohl Planorbulina) die Bildung der Schalenwandungen aus dicht zu-

sammenstehenden, doppelspitzigen Kalknadeln, welche durch ein feinkrystallinisches Kalkcement verbunden waren, beobachtet*).

Das oben hervorgehobene Vorkommen einer sogen. äussern Schalenmasse führt uns noch auf einen weiteren eigenthümlichen Punkt in dem feineren Aufbau der Perforatenschalen. Bei den Imperforaten erscheint die Schalenmasse durchaus gleichmässig und ohne Andeutung von Schichtung, bei den Perforaten hingegen lässt sich wohl durchgehend oder doch sehr gewöhnlich eine primäre innerste Schalenlage erkennen (der sogen. proper wall Carpenter's), die gewöhnlich von geringer Dicke ist und ihre definitive Stärke frühzeitig zu erreichen scheint (VII. 29 a u. c, IX. 11 b). Auf diese primäre Schalenschicht lagert sich eine weitere Schalenschicht ab (sogen. exogene Schalensubstanz auch Zwischen- oder supplementäres Skelet Carpenter's), die entweder ganz wie die primäre Schalenschicht von den Porenkanälen gleichmässig durchbohrt sein kann, oder aber auch ganz solid und unperforirt auftritt, so dass durch ihre Auflagerung die gleichmässige Perforirung der Oberfläche der Schale beeinträchtigt wird. Es kann aber diese Auflagerungsmasse auch von weiteren und von den gewöhnlichen Porenkanälen abweichenden Kanälen durchzogen sein, dem sogen. Zwischenkanalsystem Carpenter's, neben dessen Entwicklung sich jedoch auch noch wahre Porenkanäle in dem aufgelagerten supplementären Skelet finden können. Nicht immer jedoch scheint der primäre Schalenwall von der aufgelagerten exogenen Schalenmasse scharf geschieden zu sein, wie dies hauptsächlich bei Nummuliniden der Fall ist, wo es zuweilen (so wenigstens bei Operculina) nicht möglich ist, zwischen einer primären Schalenschicht und einer aufgelagerten Schalenmasse eine Grenze zu ziehen, obgleich hier dasselbe, später noch genauer zu besprechende Kanalsystem sich findet, welches gewöhnlich eine Auszeichnung der Auflagerungsmasse bildet.

Die Unterscheidung eines sogen. supplementären oder Zwischenskelets von einer primären Schalenwandung, hat seit Carpenter's Darstellung eine ziemlich allgemeine Aufnahme gefunden, ohne dass mir jedoch der Begriff einer solchen Zwischenskeletbildung, der in obigen Zeilen kurz zu entwickeln versucht worden ist, völlig klar und sicher gestellt scheint. Mir scheint der Unterschied zwischen einer primären Schalenschicht und spätern secundären Auflagerungsschichten keineswegs ein so fundamentaler, wie dies aus der Carpenter'schen Darstellung dieser Verhältnisse wohl erscheint, namentlich jedoch aus der Bezeichnung dieser secundären Auflagerungsschichten als supplementäres oder Zwischenskelet, eine Bezeichnungsweise, die ich einmal wegen des Ausdrucks Skelet in Verbindung mit Schalenbildungen für wenig geeignet halte, ferner jedoch auch deshalb, weil sie einen sehr tiefgreifenden Unterschied und eine

*) Dass es sich hier nicht um fremde von Aussen in die Schalenwandung aufgenommene Nadeln handelt, wird durch ihre successive, dem Wachsthum der Schale parallel gehende Grössenzunahme wohl unzweifelhaft dargethan.

scharfe Grenze dieser Auflagerungsschichten gegenüber der primären Schalenwand festzustellen scheint, während eine solche Grenze thatsächlich z. Th. nur sehr wenig ausgeprägt, z. Th. hingegen gar nicht festzustellen ist. Wir werden daher im Verlaufe dieser Darstellung unterscheiden zwischen einer primären Schalenlage (dem Carpenter'schen sogen. proper chamber-wall) und einer secundären Schalenmasse, gleichgültig ob die letztere perforirt oder unperforirt oder noch von einem besondern Kanalsystem durchzogen ist.

Diese exogene Schalenmasse, welche bei einem beträchtlichen Theil der Perforirten die Hauptmasse der Schalenwandungen bildet, zeigt gewöhnlich sehr deutlich einen geschichteten Bau, worauf schon oben bei Gelegenheit der mit demselben in Zusammenhang stehenden queren Streifung der Porenkanälchen hingewiesen wurde.

Wie bei den Imperforaten ist auch die Schalenoberfläche der Perforaten der Sitz mannigfaltiger Verzierungen, deren Entwicklung hier vorzugsweise von der Ausbildung der secundären Schalenmasse abhängt. Indem diese bei den Lagenideen als imperforirte Auflagerungsmasse nur Theile der primären Schalenschicht überzieht, bildet sie je nach ihrer Anordnung die mannigfachsten, aus erhabnen Rippen, Kielen, Netzen und dergleichen gebildeten Zeichnungen (VII. 5—17). Auch borsten- und dornartige Bedeckungen der Schalenoberfläche werden wohl in dieser Weise gebildet sein.

Wenn hingegen die secundären Auflagerungsschichten die gesammte Schalenoberfläche gleichmässig überziehen, wie dies bei den Globigeriniden und den Nummuliniden der Fall ist, so entstehen Verzierungen der Oberfläche entweder einfach durch erhabne und vertiefte Zeichnungen, oder noch besonders dadurch, dass gewisse Stellen der Auflagerungsschichten durch den Mangel der Perforirung sich auszeichnen und indem sie gleichzeitig gewöhnlich knopf- oder bandartig über die benachbarte Schalenoberfläche hervorspringen, als glasartig durchsichtige Knöpfe oder Bänder die Schalenoberfläche zieren.

Bekanntlich sind eine Anzahl pelagisch lebender Perforatenformen, nämlich die so nahe verwandten Geschlechter Orbulina (VII, 30) und Globigerina mit einem Besatz sehr ansehnlicher, von der Schalenoberfläche ausstrahlender Stacheln ausgerüstet. Auch die wohl nur als Untergeschlecht von Globigerina zu betrachtende Hastigerina (IX. 1) ist durch einen entsprechenden Stachelbesatz ausgezeichnet. Ob ein solcher Stachelbesatz sämmtlichen zu den erwähnten Geschlechtern gehörigen Arten zukommt, scheint bis jetzt noch fraglich, jedenfalls scheinen aber die pelagischen Formen stets mit demselben versehen zu sein. Diese sehr langen und dünnen Stacheln erheben sich entweder, wie bei Orbulina, von niedern Papillen der Schalenoberfläche, oder aber bei Globigerina und Hastigerina von den Eckpunkten der erhabenen, die Porenöffnungen umstehenden Netzkanten, die schon oben geschildert wurden. Die 4—5 Mal den Durchmesser der Schale messenden Kalkstacheln

sind etwas biegsam, aber doch sehr zerbrechlich. Im Querschnitt erscheinen sie nicht rundlich, sondern mehrkantig (VII. 28 b—c)*). Die Behauptung, dass es sich hier um hohle, für den Austritt der Pseudopodien dienende Stachelbildungen handle, welche mehrfach aufgestellt wurde, scheint wenigstens für Globigerina und Hastigerina nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Wallich, W. Thomson und Murray, sowie R. Hertwig nicht zutreffend zu sein, wogegen für Orbulina die Hohlheit der Stacheln noch von Thomson und Murray behauptet wird.

γ. Aus Fremdkörpern aufgebaute Rhizopodenschalen.

Eine nicht unbeträchtliche Zahl von Rhizopoden bildet ihre Schale nicht allein aus vom Thierkörper selbst erzeugter Substanz, sei diese nun organischer oder unorganischer Natur, sondern verwerthet hierzu kleine aus der Umgebung aufgenommene feste Partikel verschiedener Art, welche durch einen von dem Plasmakörper ausgeschiednen Kitt zu einer mehr oder minder festen Schale vereinigt werden. Zwischen den seither besprochenen chitinösen und kalkigen Schalen und diesen jetzt noch etwas näher zu betrachtenden, aus Fremdkörpern aufgebauten, die entsprechend dem bei weitem am häufigsten verwertheten fremden Material gewöhnlich als sandige Schalen bezeichnet werden, existirt jedoch keineswegs eine scharfe Grenze.

Es ist kein seltner Fall, dass der chitinösen Schale gewisser Süsswasserformen fremde Partikel anhaften, oder auch mehr oder weniger fest mit derselben verkittet sind. Durch reichlichere Aufnahme solcher Fremdkörper und Verkittung derselben durch die ursprünglich chitinöse Grundlage der Schale entstehen die bei einer ganzen Anzahl Geschlechtern der Süsswasserrhizopoden sich findenden Fremdkörperschalen. Andrerseits nehmen jedoch auch eine nicht geringe Zahl kalkschaliger Meeresformen Fremdkörper, vorzugsweise Sandkörner, in ihren Schalen auf, welche die Oberfläche derselben mehr oder weniger überziehen und ihr eine rauhe, sandige Beschaffenheit ertheilen.

Es findet sich ein solches Verhalten sowohl unter den Imperforaten (so z. B. bei Nubecularia ganz gewöhnlich, auch zuweilen bei Quinqueloculina), als andrerseits bei gewissen Perforata. Unter letzteren treffen wir es sehr gewöhnlich bei Textularia und den verwandten Geschlechtern, wie bei Bulimina und andern.

Von solchen nur wenig mit fremden Partikeln ausgestatteten kalkigen Schalen scheint jedoch ein ziemlich allmählicher Uebergang zu den specifisch sandigen Schalen sich zu finden, die von Carpenter, Parker und Jones in einer besondern Abtheilung der Lituolidae unter den Imperforaten vereinigt worden sind. Da nun, wie späterhin bei der eingehendern Betrachtung der systematischen Fragen noch näher zu erörtern sein wird,

*) Vergl. hauptsächlich Wyw. Thomson und Murray Proc. roy. soc. 23 und Hertwig, Jenaische Zeitschr. XI, auch Wallich, Deep-sea res. on the biology of Globigerina Lond. 1876.

die Aufstellung einer solchen Abtheilung der Lituolidae sehr wenig natürlich erscheint und die seither in derselben untergebrachten Formen mit sandiger Schale ihre natürlichen Beziehungen theils unter den Imperforaten, theils unter den Perforaten finden, indem sie sich den bekannten kalkschaligen Geschlechtern dieser grossen Gruppen zum Theil wenigstens näher anschliessen, so dürfte hieraus hervorzugehen, dass die Fähigkeit zur Aufnahme von Fremdkörpern in die Schale und der Uebergang zu völlig sandigen Schalen sowohl unter den Imperforaten als Perforaten in viel ausgedehnterem Maasse verbreitet ist, als dies nach der gewöhnlichen Auffassung der Fall scheint.

Was zunächst die Natur der zum Aufbau der Schale verwendeten Fremdkörper betrifft, so herrscht hierin grosse Mannigfaltigkeit. Bei weitem am häufigsten sind es kleine Sandkörnchen und zwar vorwiegend Quarzkörnchen, sowohl bei Süsswasserformen (Difflugia, Pseudodifflugia etc.), als bei zahlreichen marinen Formen, aus denen sich die Schale aufbaut. Selten finden wir Kalksandkörnchen, Körnchen vulkanischen Sandes etc. verwerthet. Auch in den Grössenverhältnissen der verwendeten Sandkörner zeigt sich eine weitgehende Verschiedenheit und häufig eine gewisse Auswahl von Seiten der Erbauer solcher Schalen, indem die eine Form nur grössere, die andre nur kleinere, die dritte hingegen Körnchen verschiedner Grösse verbaut.

Gewisse Formen bedienen sich jedoch noch feineren Materials, sie bilden eine Schlammhülle von grössrer oder geringerer Festigkeit (so z. B. Astrorhiza limicola, Pelosina*).

Als weiteres Material des Schalenbaus dienen sehr häufig die auf dem Meeresboden ja in so grosser Menge verbreiteten Schwammnadeln, und manche Formen scheinen zur Verwerthung derselben gerade eine besondre Neigung zubesitzen (so Haliphysema, die etwas zweifelhafte Marsipella Norm., Aschemonella Brdy.), gewöhnlich jedoch werden sie untermischt mit Sandkörnern verbaut.

Von anderweitigen zum Schalenbau dienenden Fremdmaterialien sind bei den marinen Rhizopoden hauptsächlich noch zu erwähnen die Kalkschalen kleinrer Formen, sowie die späterhin hinsichtlich ihrer Natur noch etwas eingehender zu besprechenden, unter der Bezeichnung Coccolithen und Cyatholithen bekannten und im Tiefseeschlamm so verbreiteten sehr kleinen Kalkgebilde. Seltner werden Fragmente von Molluskenschalen mit anderen Materialien in die Schalenwandungen aufgenommen.

Die Süsswasserformen dagegen nehmen in ihre Schalen ausser den schon erwähnten gewöhnlichen Sandkörnern sehr häufig auch die Kieselhüllen der Bacillariaceen**) auf und bei gewissen Geschlechtern (hauptsächlich Difflugia) finden sich zuweilen auch eigenthümliche Schalenmate-

*) Vergl, T. III. Figg. 1—8, 11 u. 14, IV, 1 u. 3, V. 5—18.

**) Auch Protococcuszellen sind von Archer bei Diaphoropodon als Schalenmaterial neben Diatomeen beobachet worden.

rialien, über deren Herkunft noch keine völlige Sicherheit erreicht ist, ja bezüglich deren noch nicht einmal sicher entschieden ist, ob sie als von Aussen in die Schale aufgenommne Fremdkörper, oder als von dem thierischen Körper selbst erzeugte Gebilde zu betrachten sind. So finden sich Difflugien, die in ihren allgemeinen Gestaltungsverhältnissen sich durchaus an solche Formen anschliessen, deren Schalen deutlich aus Sandkörnern oder Diatomeenschalen erbaut sind, bei welchen die Schalen aus länglich ovalen, z. Th. Hinneigung zu hexagonalen Umrissen zeigenden Plättchen besteht; an diese schliessen sich weitere Formen an mit runden scheibenförmigen Plättchen, entweder von annähernd gleichen Grössenverhältnissen oder grössere untermischt mit kleineren. Schliesslich reiht sich hier noch an die bei der kaum von Difflugia zu trennenden sogen. Echinopyxis gewöhnlich (jedoch auch bei gewissen Difflugien) sich findende Zusammensetzung der Schale aus kleinen cylindrischen, geraden oder mannigfach gebognen stäbchenartigen Gebilden (III. 9). Wallich*), der diesen feineren Structurverhältnissen der Difflugienschalen eingehendere Aufmerksamkeit gewidmet hat, kommt zu dem Schluss, dass alle die soeben erwähnten Gebilde ursprünglich aus von Aussen aufgenommnen kieseligen Diatomeenschalen (hauptsächlich der Gattung Eunotia) hervorgegangen seien, indem dieselben durch active Einwirkung des Plasma's der Difflugien eine allmählich immer weiterschreitende Umgestaltung erlitten hätten, was wegen der ganz allmählichen Uebergänge, welche die erwähnten Schalenbestandtheile unter sich, andrerseits jedoch auch zu den Schalen der Eunotia zeigen sollen, nicht unwahrscheinlich klingt. Kaum glaublich erscheint jedoch die von Wallich auch für die quadratischen regelmässigen Plättchen der Quadrula (vergl. S. 20) geltend gemachte gleiche Entstehung, wie denn überhaupt die hervorgehobnen besondern Structurverhältnisse gewisser Difflugienschalen weiterer Untersuchungen zu ihrer Aufklärung bedürfen.

Die Vereinigung der die sandigen Schalen aufbauenden Partikelchen geschieht durch eine Kittsubstanz oder ein Cement sehr verschiedner Natur.

Für die Fremdkörperschalen der Süsswasserrhizopoden wird die chitinöse Natur dieses Kittes ziemlich allgemein angenommen. Derselbe verbindet die Fremdpartikel loser (Diaphoropodon) oder fester mit einander. Das gelegentliche Auftreten solcher Formen mit häutiger von Fremdkörpern freier Schale — so z. B. der Difflugia spiralis nach Mereschkowsky (118), ähnlich auch nach Entz (110) — spricht für eine solche Auffassung der Kittsubstanz. Auch scheint bei der Mehrzahl dieser Schalen ursprünglich eine innerliche rein chitinöse Lamelle gebildet zu werden, wofür Wallich's, Hertwig und Lesser's und Entz' Untersuchungen sprechen.

Ob aber bei sämmtlichen Fremdkörperschalen der Süsswasserrhizopoden die Kittmasse eine chitinöse Beschaffenheit besitzt, ist fraglich,

*) S. Ann. mag. nat. hist. III. 13. Leidy hat für die birnförmigen, durch eine derartige Schalenstructur ausgezeichneten Difflugien neuerdings das Genus Nebela aufgestellt. Er ist geneigt, die betreff. Schalengebilde als Erzeugnisse des Thierkörpers selbst zu betrachten. (Proc. Ac. Philad. 1876.)

indem bei einem Theil möglicherweise ein protoplasmatisches oder gallertiges Bindemittel vorhanden sein könnte. Ich selbst habe bei Difflugia acuminata dasselbe in Carmin sich lebhaft färben sehen und Carter schreibt demselben bei D. pyriformis eine glutinose (eiweissartige?) Beschaffenheit zu (75). In Beziehung hiermit liessen sich auch die Verhältnisse bei dem Diaphoropodon Archer's bringen, wo zwischen den lose vereinigten Schalenpartikeln über die Gesammtoberfläche der Schale feine Pseudopodien hervortreten sollen, was sich wohl durch die Annahme eines protoplasmatischen oder gallertartigen Bindemittels erklären liesse*).

Bei dieser Gelegenheit sei jedoch noch erwähnt, dass auch Wallich zur Annahme geneigt ist, dass bei den Difflugien das Protoplasma des Thierkörpers aus feinen Löchern zwischen den Schalenpartikeln hervortreten könne, während Carter sich von einem solchen Hervortreten von Pseudopodien aus dem Hinterende der Schale der Difflugien überzeugt haben will und Entz von seiner Pleurophrys Helix (einer zwischen Difflugia und Pseudodifflugia schwankenden Form (III. F11), sowie der Pleurophrys sphaerica gleichfalls ähnliches berichtet.

Andrerseits ist auch das Vorkommen eines kieseligen Cementes in den Fremdkörperschalen gewisser Süsswasserformen nicht unwahrscheinlich in Betracht der für gewisse Difflugienformen behaupteten grossen Widerstandsfähigkeit gegen starke Mineralsäuren**).

Auch von den marinen Formen mit Fremdkörperschalen wird das Vorkommen des Chitins als Cement mehrfach berichtet, so hat Brady (89) gezeigt, dass die gewöhnlich durch kalkiges Cement ausgezeichneten Trochamminaformen im brackischen Wasser statt des Kalkes eine chitinöse, die Fremdkörper verkittende Schalenhaut zeigen. Auch gewisse Reophaxformen, sowie die noch etwas zweifelhafte Gattung Pelosina zeigen das gleiche Verhalten (117). Bei einer Anzahl weiterer Formen scheint dagegen, ähnlich wie dies auch für gewisse Süsswasserformen bemerkt wurde, das organische Bindemittel keineswegs die vom Chitin bekannte Widerstandsfähigkeit gegen Säuren und Alkalien zu besitzen, wie solches z. B. von Bessels bei Astrorhiza limicola, von Brady bei der noch etwas unsicheren Gattung Rhizammina beobachtet wurde (117).

Die Fähigkeit Pseudopodien zwischen den die Schale aufbauenden Partikeln auszusenden, die einer ziemlichen Reihe von marinen Sandformen unzweifelhaft zukommt, mag bei losen Schalenbauten, wie z. B. denen der Astrorhiza vielleicht durch die Beschaffenheit des organischen Bindemittels ermöglicht werden, wogegen bei den festeren Schalenbauten mit unorganischer Cementirung besondere feine Austrittswege, wohl in Gestalt unregelmässig zwischen den Partikeln verlaufender und daher schwer sichtbarer Porenkanäle, zu diesem Behuf vorhanden sein werden.

---

*) Qu. journ. m. sc. IX.

**) Vergl. Schneider Z. f. w. Z. Bd, 21.

Zahlreiche marine, sandige Rhizopodenschalen scheinen jedoch ein kalkiges Cement aufzuweisen, wie dies, in Betracht ihrer nahen Beziehungen zu den rein kalkschaligen Formen, natürlich erscheint. Doch muss bemerkt werden, dass über die Natur des Cementes viel Unsicherheit in den Schriften über die sandigen Formen sich findet, und diese Frage bis jetzt keineswegs hinreichend genau untersucht scheint. Als mit Kalkcement versehen darf jedenfalls die jetzt mit Recht zu den Perforaten gezogene Gattung Valvulina bezeichnet werden; auch von den sogen. Trochamminaformen der englischen Forscher scheinen nach Brady zahlreiche ein solches Cement zu besitzen, während Carpenter denselben ein dichtes, eisenschüssiges Cement von ockerartigem Aussehen zuschreibt.

Im Allgemeinen scheint ein Gehalt an Eisenoxyd überhaupt für das Schalencement mannigfacher Sandrhizopoden charakteristisch zu sein So wird von Carpenter auch das Cement der Rhabdammina als eisenschüssig erwähnt und neuerdings den Lituolaformen eine aus phosphorsaurem Eisenoxyd bestehende Kittsubstanz zugeschrieben, während in der „Introduction" bezüglich dieses Punktes nichts sicheres angegeben wird (abgesehen von der Angabe, dass das Cement in sehr geringer Quantität vorhanden sein soll). Die rothe bis braune Färbung, welche die Sandschalen gewisser Rhizopoden häufig zeigen, wird gewöhnlich einem Gehalt an Eisenoxyd zugeschrieben, ohne dass jedoch meist genauere chemische Untersuchungen über die Natur dieser Färbung vorliegen.

Zwei Analysen von Sandschalen, die Brady bekannt gemacht hat (Hyperammina und Cyclammina 117), zeigen einen auffallend geringen Kalkgehalt (2—3 Proc.), wogegen das Eisenoxyd (einschliesslich etwas Thonerde) bei der ersteren Form 2, bei der letzteren sogar 8,9 Proc. betrug. Hiernach scheint also Eisenoxyd wirklich eine Rolle im Cement der marinen Sandschalen zu spielen, wobei jedoch beachtenswerth erscheint, dass es sich in den erwähnten beiden Fällen weder als Silicat noch als Phosphat, sondern als unverbundenes Oxyd gefunden haben soll. Neben kalkiger und eisenoxydhaltiger Kittsubstanz scheint jedoch nach neueren Erfahrungen von Brady (117) auch Kieselsäure als Bindemittel auftreten zu können, insofern nämlich aus der vollständigen Unveränderlichkeit der Schalen gewisser Ammodiscus- und Reophaxformen in Säuren ein solcher Schluss gezogen werden darf.

Weitere Verschiedenheiten lassen die Sandschalen der marinen Rhizopoden in der feineren Ausbildung ihrer Schalenwände erkennen. Bei einer Anzahl von Formen sind die kleinen Fremdkörper (hauptsächlich Sandkörner) vollständig in das in ziemlich reichlicher Quantität vorhandne Cement eingebettet, so dass sowohl die äusseren wie die inneren Flächen der Schale glatt, ja z. Th. sogar wie polirt erscheinen. Dieser Charakter zeichnet hauptsächlich die sogen. Trochamminen der englischen Forscher aus, ja bildet eigentlich den einzigen bezeichnenden Charakter dieses Gewirres von Formen. Aehnliches zeigen eine Anzahl weiterer von

F. E. Schulze und Brady neuerdings beschriebener Gattungen, namentlich die Glättung der inneren Schalenfläche (so Psammosphaera, Stortosphaera, Marsipella). Aus grösseren Sandkörnern oder anderweitigen grösseren Fremdkörpern erbaute Schalen zeigen hingegen unregelmässige, durch die vorspringenden Partikel rauhe Flächen, welche von dem nur in geringerer Quantität vorhandenen Cement nicht geglättet werden. Dieser Charakter wurde von Carpenter und seinen Mitarbeitern Parker und Jones für so wichtig erachtet, dass sie einen weiten Formenkreis, wesentlich auf diese Beschaffenheit der Schale hin, zu einer Gattung Lituola vereinigten.

Die späteren Forschungen haben jedoch noch zahlreiche weitere Formen solcher rauhschaligen Sandrhizopoden kennen gelehrt und auch die Gattung Lituola in verschiedene Formreihen zerlegt.

Eine besondere Eigenthümlichkeit zeigt nicht selten die innere Schalenfläche solcher rauhen Formen, indem die ursprüngliche Rauhigkeit allmählich zur Bildung unregelmässiger netzartiger oder labyrinthisch verwirrter Einwüchse der Wandung in die Höhlung der Schale überführt, woraus schliesslich eine mehr oder weniger vollständige Ausfüllung der Schalenhöhlung durch solche Einwüchse hervorgehen kann. Hinsichtlich ihres Aufbaues zeigen diese Einwüchse ganz dieselbe Bildung aus Fremdpartikeln, wie die eigentlichen Schalenwandungen (vergl. bezüglich dieses Verhaltens hauptsächlich die Gattungen Lituola, Haplostiche, Botellina, Cyclammina, Bdelloidina; in geringerer Ausbildung findet sich Aehnliches noch bei einer Anzahl weiterer Formen).

δ. Aus Kieselsäure bestehende Schalenbildungen der Rhizopoden.

Die gelegentlichen Mittheilungen älterer Rhizopodenforscher über das Vorkommen kieseliger Schalen haben sich zum grössern Theil als irrthümliche herausgestellt, es waren kieselsandige Schalen, die solche Angaben veranlassten.

Dies gilt von der von M. Schultze (53) beschriebenen Polymorphina silicea (nach Parker und Jones = Verneuilina polystropha) und ähnlich dürfte es sich auch mit der von Ehrenberg beschriebenen kieselschaligen Spirillina verhalten. Auch den aus Kieselsandstückchen ihre Schale aufbauenden Difflugien ist mehrfach das Vermögen der Kieselsäureabscheidung zugeschrieben worden; so hat M. Schultze in Berücksichtigung seiner irrthümlichen Untersuchungen über die Kieselschaligkeit der oben angeführten sogen. Polymorphina auch den Difflugien die Fähigkeit der Kieselsäuresecretion zugeschrieben. Auch A. Schneider*) bemühte sich nachzuweisen, dass die Schale der Difflugien ganz allgemein eine directe Ausscheidung des Thierkörpers sei und Entz sprach sich neuerdings in demselben Sinne für Difflugia und Pseudodifflugia aus.

*) Ztschr. f. w. Z. Bd. 21.

Angesichts der ganz unbezweifelbaren Aufnahme von Fremdkörpern in die Schale dieser und anderer Süsswasserformen scheint zum mindesten die Behauptung, dass die Schalen dieser Formen ganz allgemein eine directe thierische Abscheidung darstellten, ganz ungerechtfertigt. Andrerseits kann jedoch, wie auch schon oben angedeutet worden, das Vorkommen kieseliger Ausscheidungen bei den Difflugien und eine ähnliche Schalenstructur zeigenden Formen des süssen Wassers nicht unbedingt zurückgewiesen werden, da kieselige Abscheidungen ja den Rhizopoden nicht durchaus fehlen und die speciellen Structurverhältnisse mancher Difflugien noch nicht recht aufgeklärt sind.

Dass in jener Beziehung vorschnelles Verallgemeinern zu irrthümlichen Behauptungen wohl führen kann, geht deutlich aus den Erfahrungen der neueren Zeit hervor, die eine kieselige Schalenbildung sowohl bei gewissen Süsswasser- als Meeres-Rhizopoden ziemlich sicher erwiesen haben.

Was zunächst die Süsswasserformen betrifft, so blieb Hertwig zweifelhaft, ob nicht doch die Schale von Microgromia ihre grosse Widerstandsfähigkeit einem Gehalt an Kieselsäure verdanke. Unzweifelhaft kieseliger Natur scheinen die Plättchen der Euglypha zu sein, wogegen die ähnlichen der Cyphoderia nach F. E. Schulze einen rein chitinösen Charakter besitzen. Bei einer Reihe verwandter Formen liegen keine sicheren Beobachtungen über die chemische Natur ihres Schalenmaterials vor.

Was die marinen Formen anbetrifft, so wurde schon oben auf das wahrscheinlich kieselige Cement gewisser Fremdkörperschalen hingewiesen und hieran schliesst sich die eigenthümliche Beobachtung Brady's (117), der eine kleine Miliola mit ganz homogener durchsichtiger Schale beobachtet hat, die sich bei weiterer Untersuchung als kieselig herausstellte. — Im Jahr 1856 wurde durch Bailey*) eine marine, Cadium, genannte Rhizopodenform entdeckt, die auch von Ehrenberg**) bei seinen Tiefseestudien wieder beobachtet, als kieselschalig erkannt, und zu seiner Familie der Arcellinen gestellt wurde. Später hat Wallich***) ausser der schon bekannten noch eine weitere Form beobachtet und durch die Challengerexpedition ist auf das Vorkommen einer sehr mannigfaltigen Gruppe kieselschaliger, rhizopodenartiger Organismen in den Tiefgründen des pacifischen Oceans (hauptsächlich in dem an gewissen Stellen aufgefundenen Radiolarienschlamm) hingewiesen worden†).

Es scheint mir ziemlich sicher, dass die ältere unter dem Namen Cadium beschriebne Form ein Mitglied dieser von W. Thomson und Murray „Challengeridae" getauften kieselschaligen, rhizopodenartigen Organismen bildet. Die von E. Häckel unternommene genauere Untersuchung

*) Sillim. Americ. journ. sc. a. arts 1856 p. 3.
**) M. B. d. Berl. Ak. 1860.
***) A. m. n. h. III. 13.
†) Proc. roy. soc. 24.

dieser „Challengeridae“, über welche erst während des Druckes dieses Bogens durch eine vorläufige Mittheilung weiteren Kreisen Nachricht zukommt,*) scheint mit Sicherheit zu ergeben, dass diese Formengruppe zu den Radiolarien zu rechnen ist, wodurch denn auch die erwähnte G. Cadium von den Rhizopoda wohl definitiv abgetrennt erscheinen dürfte.

B. Der morphologische Aufbau der Rhizopodenschalen.

α. Homaxone Schalenbildungen.

Wie schon bei der Besprechung der allgemeinen morphologischen Verhältnisse der Rhizopoden erörtert wurde, ist die Schalengestaltung derselben fast durchaus eine einaxige. Dennoch findet sich eine geringe Anzahl von Formen, welche als homaxone bezeichnet werden müssen und und die wegen dieses Verhaltens einen Anschluss an die Heliozoën vermitteln. Diese homaxon gestalteten Formen gehören zu den Perforaten und sind vorwiegend marine, wogegen nur eine wohl hierhergehörige Form des süssen Wassers bekannt ist. Jene letzterwähnte Form, die Gattung Microcometes (IV. 5) besitzt eine kuglige, chitinöse Schale von sehr unbedeutender Grösse, die von 1—5 kreisförmigen ziemlich engen Porenöffnungen (o) zum Durchtritt der Pseudopodien durchbrochen wird. Die Variabilität in der Zahl der Porenöffnungen bei dieser, wohl unzweifelhaft als homaxon zu bezeichnenden Form verräth innige Beziehungen zu den monaxon gebauten Schalen und wenn es nicht ein zu unsicheres Unternehmen wäre, einen natürlichen Stammbaum der Rhizopoden entwerfen zu wollen, so dürfte eine solche Gestalt wohl als Ausgangspunkt der beschalten Rhizopoden überhaupt aufgestellt werden.

Die marinen homaxonen Formen sind theils kalkschalige, theils sandige. Von erstern gehört allein die meist exquisit homaxone Gattung Orbulina (VII. 30) hierher, deren ganz sphärische, bestachelte Schale von dicht stehenden, sehr feinen Porenkanälen und weiter gestellten, gröberen Poren allseitig durchbohrt wird. Obgleich nun hier eine rein homaxone Form vorzuliegen scheint, so bietet dieselbe doch ebenfalls wieder innige Beziehungen zur monaxonen Gestaltung dar, indem sich nicht selten eine einfache weitere Schalenöffnung finden soll, die durch besondere Erweiterung eines der grossen Porenkanäle entstanden gedacht werden darf und wodurch dann der erste Schritt zur monaxonen Gestaltung geschehen ist. (Vergl. hierüber Carpenter 74 und Wallich D. sea research. on Globigerina, sowie Brady 117. II.) In mehr oder weniger innigem Anschluss an die homaxone kalkschalige Orbulinaform scheinen

*) Häckel, E., Ueber die Phaeodarien, eine neue Gruppe kieselschaliger mariner Rhizopoden. Sitzb. d. Jen. G. f. Med. u. Naturw. Jahrg. 1879.

eine Anzahl in neuerer Zeit durch F. E. Schulze (103) und Brady (117. I) bekannt gewordner sandiger mariner Rhizopoden zu stehen, nämlich die Gattungen Psammosphaera (V. 6), Sorosphaera, Stortosphaera und Thurammina (V. 5). Es sind dies entweder freie oder auch aufgewachsene, sandschalige Rhizopoden mit sphärischer oder nahezu sphärischer Schale. Bei der freien Psammosphaera findet sich keinerlei Oeffnung an der Schale, so dass die Pseudopodien wohl ihren Austritt zwischen den die Wandungen aufbauenden Partikeln nehmen müssen*). Aehnlich verhält sich auch Sorosphaera. Bei Stortosphaera finden wir die freie kuglige Schale äusserlich von kurzen zackenartigen Fortsätzen bedeckt, ohne jedoch eine Mündungsöffnung zu beobachten, wogegen Thurammina (V. 5) sich noch am nächsten an Orbulina anschliesst, indem die gewöhnlich sphärische Schale eine grössere Zahl auf vorspringenden Tuberkeln gelegener Porenöffnungen zeigt, denen sich jedoch sehr gewöhnlich noch eine von einem kurzen röhrenförmigen Hals getragne Hauptöffnung zugesellt, so dass also auch bei dieser sandschaligen Form die gleiche Hinneigung zur Monaxonie auftritt, die wir schon bei Orbulina bemerkten.

β. Monaxone, monothalame Schalenbildungen.

Von der grossen Zahl der restirenden monaxonen beschalten Rhizopoden würden sich zunächst die einaxigen und gleichpoligen Formen hier anschliessen, die nach dem Vorschlag von Hertwig und Lesser (99) gewöhnlich als besondere Gruppe der Amphistomata unter den Imperforaten aufgeführt werden. Es sind dies Süsswasserformen mit ellipsoidischer, mehr oder weniger langgestreckter, entweder chitinöser (Diplophrys IV. 2a und Ditrema) oder sandiger Schale (Amphitrema IV. 3), welche an beiden Polen mit ziemlich weiter Mündung zum Austritt der Pseudopodien versehen ist. So natürlich eine solche Gruppe der doppelmündigen Formen unter den übrigen einkammerigen Imperforaten auch auf den ersten Blick erscheint, so kann doch wohl, wegen des interessanten Verhaltens gewisser einkammeriger und einmündiger perforirter Formen der Gattung Lagena, die scharfe Scheidung solcher doppelmündiger Formen von den einmündigen kaum streng durchgeführt werden. Bei dieser kalkschaligen, sehr

*) Bei dem heutigen Stand unserer Kenntnisse der Sarkodinen ist es kaum möglich, eine scharfe Grenze zwischen den Gruppen derselben zu ziehen. Es wird daher in gewissen Fällen schwierig, eine Form der einen oder der andern Abtheilung zuzuweisen. Die von Entz (110) beschriebene Gattung Orbulinella (IV. 4) macht diese Schwierigkeit sehr fühlbar. Sie bietet einerseits Beziehungen zu den erwähnten homaxonen Rhizopoden dar, wie sie andererseits auch den Helizoën sich sehr nähert. Da sie jedoch ein kieseliges Skelet besitzt, so glaube ich, dass ihre verwandtschaftlichen Beziehungen zunächst nicht auf die kalkschalige Gattung Orbulina, sondern auf die kieselschalige Gattung Clathrulina der Heliozoën hindeuten. Wie wenig scharf sich jedoch zwischen homaxonen Rhizopoden und Heliozoën eine Grenze wird ziehen lassen, geht auch noch daraus hervor, dass es auch heliozoënartige Formen gibt, die sich mit einer aus Fremdkörpern erbauten Hülle umkleiden, was bei der Erörterung der verwandtschaftlichen Beziehungen der oben aufgeführten, im ganzen bis jetzt sehr wenig gekannten homaxonen Sandforaminifera nicht aus dem Auge zu lassen ist.

artenreichen Gattung treten nämlich neben typischen einmündigen Formen auch eine kleine Anzahl doppelmündiger auf, die in ihren Gestaltsverhältnissen sich innigst an die erwähnten Amphistomen anschliessen, in ihrem übrigen Verhalten jedoch so nahe mit den einmündigen Lagenen übereinstimmen, dass eine generische Trennung von diesen nicht wohl gerechtfertigt erscheint. (Vergl. Lagena distoma P. u. J., Lyelli Segu. und gracillima Segu. VII. 20.)

Bei den übrigen Rhizopodenschalen sehen wir den monaxonen und ungleichpoligen Schalenbau entweder an der ausgebildeten Schale aufs deutlichste ausgeprägt oder, da durch die mannigfachen mit der Kammerbildung Hand in Hand gehenden Modificationen die Gesammtgestalt der ausgebildeten Schale eine sehr wechselnde, bis ganz unregelmässige werden kann, diesen Charakter doch noch an dem jugendlichen Anfangstheil derselben oder der sogen. Embryonalkammer ausgeprägt.

Betrachten wir hier zunächst die einkammerigen, monaxonen und ungleichpoligen Schalen, die sowohl in der Abtheilung der Imperforata als der Perforata vertreten sind und in beiden Gruppen, abgesehen von dem feineren Bau der Schalenwandungen, sehr ähnliche Gestaltungsverhältnisse und parallel laufende Modificationen zeigen, wie denn auch in beiden Gruppen sandschalige Vertreter dieses Formtypus sich finden.

Zunächst gehört von den Imperforaten hierher die ganze Reihe der beschalten Süsswasserformen (mit Ausnahme der schon erwähnten wenigen abweichenden Gattungen). Die bei weitem vorherrschendste Gestaltung dieser chitinösen, kieseligen oder sandigen Schalen, mit deren feinerer Structur wir uns schon früher beschäftigt haben, ist im Allgemeinen eine sack- bis eiförmige, die jedoch nicht selten durch etwas röhrige Verlängerung des die Mündung tragenden Pols eine mehr flaschenförmige wird (z. B. bei Mikrogromia III. 15, Platoum III. 17a, Lecythium etc.).

Durch starke Verkürzung der Längsaxe und scharfe Absetzung einer abgeflachten, die Mündung tragenden Oralfläche von einer kuglig gewölbten Aboralfläche geht die bekannte Schalengestalt der Arcella hervor (II. 9a), die sich ähnlich auch bei den als Pyxidicula und Pseudochlamys (II. 8) unterschiednen Formen findet, wo jedoch die Oralfläche der Schale entweder nur als dünne Haut oder als schmaler Saum ausgebildet ist, der zuweilen auch völlig fehlt*).

Gewöhnlich ist die Gestalt der hier zunächst zu erörternden Arcellinen, Euglyphinen und Gromiinen eine drehrunde, also ohne Hervortreten besondrer Queraxen, zuweilen bilden sich jedoch durch Abplattung der Schale in einer der Längsaxe parallelen Ebene zwei solcher Queraxen deutlich aus und die Schalengestaltung wird dadurch eine zweistrahlige. Sehr deutlich tritt dies unter den Arcellinen bei den Gattungen Hyalosphenia (II. 10) und Quadrula hervor (II. 12), z. Th. jedoch auch bei

*) Ueber die wahrscheinlichen Beziehungen dieser beiden Gattungen zu Arcella vergl. im system. Abschnitt.

Difflugia. Die Abplattung kann sich bei gewissen, wohl zu Hyalosphenia gehörigen Formen so vermehren, dass der Schalenrand zu einem zugeschärften Kiel ausgezogen erscheint (vergl. die sogen. Difflugia carinata*), auch bei einer gewissen Form des Leidy'schen Genus Nebela soll sich eine ähnliche Kielbildung finden. Auch bei Angehörigen der Gattung Euglypha tritt eine solche Abplattung z. Th. sehr ausgeprägt hervor (so E. compressa Cart.) und fehlt ferner nicht gewissen Gromiinen, ja es kann die Gesammtgestalt des Körpers hier zuweilen platt schildförmig werden (vergl. Gromia [Plagiophrys] scutiformis H. u. L., III. 18).

Durch eintretende Excentricität der Mündungsöffnung kann die Schalengestalt jedoch auch in eine bilateral-symmetrische übergehen, wie solches mehr oder weniger deutlich in jeder der 3 genannten Abtheilungen der beschalten Süsswasserrhizopoden hervortritt. Ein derartiges Verhalten finden wir zunächst bei einer ganzen Anzahl Difflugiaformen (so z. B. D. aculeata Ehbg. III. 4, marsupiformis Wall. III. 2, 3, cassis Wall.). Indem sich zu solcher Excentricität der Mündung bei der Difflugia spiralis (III. 9) noch eine spiralige Einkrümmung der Schalenhauptaxe gesellt, zeigt sich die erste Hinneigung zu spiraliger Einrollung der bilateral-symmetrischen Schale, eine Eigenthümlichkeit, die in so grosser Verbreitung den marinen Formen zukommt. Unter den Süsswasserformen bilden die erwähnte Art und die etwas zweifelhafte Pleurophrys (?) Helix Entz (III. 11) die einzigen bis jetzt bekannten Beispiele spiraliger Einrollung, jedoch erreicht dieselbe hier höchstens $^1/_2$ Umgang.

Die Excentricität der Mündung ist unter den Euglyphinen charakteristisch für die G. Trinema, deren Schalengestaltung sehr an die ähnlich ausgezeichneten Difflugien erinnert, wogegen bei der G. Cyphoderia eine bilaterale Gestaltung durch die schiefe Neigung des die Mündung tragenden Halses hervortreten kann (C. margaritacea III. 13).

Auch für eine Anzahl Genera der Gromiinen ist eine geringe Excentricität der Mündung charakteristisch, so z. B. deutlich ausgeprägt bei Lieberkühnia (III. 16), Mikrogromia (III. 15), Platoum (III. 17) und Pseudodifflugia zum Theil.

Es geht aus dieser Betrachtung hervor, dass eine Hinneigung zu bilateraler Schalengestaltung unter den erwähnten Süsswasserformen sehr verbreitet ist und ihr gelegentliches Auftreten nicht einmal immer zur Charakteristik bestimmter Genera geeignet erscheint.

Ganz ähnliche Gestaltungsformen zeigen uns auch die monothalamen marinen Rhizopoden, seien dies nun kalkschalige oder mit Fremdkörperschalen versehene.

In sehr regelmässig monaxoner Bildungsweise und sehr mannigfaltiger Entwicklung tritt uns zunächst die Gattung Lagena unter den kalkschaligen Perforaten entgegen (VII. 2—17).

*) Archer, Qu. j. micr. sc. VII.

Hier finden wir meist einen sehr regelmässig drehrunden, ei- bis spindelförmig längsgestreckten Körper, der an einem Pol in einen mehr oder minder verlängerten, halsartigen Fortsatz ausgezogen ist, auf dessen etwas knopfartig angeschwollenem Ende die, meist von strahligen Furchen oder Rippen umstellte Mündung liegt. Die drehrunde Gestalt kann jedoch durch Entwicklung von Längsrippen in eine auf dem Querschnitt polygonale übergehen, oder die Schale ist mehr oder minder comprimirt, wobei der Rand ebenfalls sehr gewöhnlich als Kiel vorspringt, ja es kann dieser Randkiel zu einer ansehnlichen Lamelle auswachsen, die wie ein Hof die Schale umzieht (II. 14). Auch die sonst rundliche Schalenmündung wird bei den comprimirten Formen häufig spaltartig ausgezogen (Fissurina Rss.).

Eine besondere Eigenthümlichkeit dieser comprimirten Lagenaformen mag hier noch kurz erwähnt werden. Bei einer grossen Reihe von in allen übrigen Beziehungen mit den ebengeschilderten übereinstimmenden Formen (VII. 13) findet sich nämlich keine halsartige Verlängerung der Schale, dagegen ist eine von der äusseren, einfachen Mündung in die Schalenhöhlung, z. Th. bis zum Grunde derselben, hineinreichende, an ihrem Ende offne Röhre (gewissermaassen der umgestülpte Hals) vorhanden (Entosolenia Ehbg.).

Auch sandige, an Lagena sich wohl anschliessende Formen sind neuerdings von Brady aufgefunden und mit anderen nodosariaartig gestalteten Formen unter dem Namen Hormosina (V. 8) beschrieben worden.

Unter den kalkschaligen marinen Imperforaten tritt die regulär monaxone Gestaltung nicht deutlich hervor, sondern sie sind entweder stets entschieden bilateral entwickelt oder unregelmässig ausgebildet, wie dies bei der M. Schultze'schen Squammulina der Fall ist, einer etwa linsenförmig gestalteten kleinen, mit der einen abgeflachten Seite festgehefteten Schale (IV. 7), die auf der convexen Oberseite eine excentrisch gelegene, ziemlich weite Mündung zeigt. Sehr wohl entwickelt tritt jedoch die regulär monaxone und monothalame Bildung bei einem Theil der gewöhnlich zu den Imperforaten gestellten*), sandigen marinen Rhizopoden hervor und bedürfen diese Formen daher hier noch einer kurzen Erwähnung.

Die Gestaltung ihrer Schalen ist entweder eine mehr kuglige bis eiförmige, mit an einem Pol hervortretender Mündungsöffnung, die häufig auch auf einer halsartigen verlängerten Röhre sich findet (so z. Th. bei Pelosina [V. 7], Webbina) oder aber die Schale ist länger gestreckt kegel- bis stabförmig, auch pokalförmig (Haliphysema), wobei das erweiterte Ende die gewöhnlich weit geöffnete Mündung darstellt (so Hyperammina z. Th., Jaculella, Botellina, Rhabdopleura). Dabei sind die Formen ent-

*) Die Zutheilung dieser Formen zu den Imperforata ist bis jetzt keineswegs gesichert, wenigstens können sich darunter recht wohl perforirte Formen befinden. Der kleinste Theil derselben ist bis jetzt im lebenden Zustand beobachtet worden, meist sind es nur leere Schalen, die bekannt geworden sind und über deren Zugehörigkeit zu den Rhizopoden sogar in einigen Fällen die Acten noch nicht geschlossen erscheinen.

weder frei, oder mit dem aboralen Ende aufgewachsen (Haliphysema, Botellina wahrscheinlich), oder auch ähnlich der schon beschriebnen Squammulina mit einer Flachseite, die dann häufig nur unvollständig ausgebildet ist, befestigt (so Webbina zum Theil).

Die hals- oder röhrenartige, die Mündung tragende Schalenverlängerung kann ihre einfache Bildung mit einer verästelten vertauschen (so Hyperammina z. Th.), wobei dann statt der einfachen Mündungsöffnung mehrere an den Zweigenden der verästelten Röhre auftreten, eine Erscheinung, die auch unter den kalkschaligen Monothalamen, wenn auch selten hervortritt, indem bei gewissen abweichenden Lagenaformen accessorische Mündungen, die selbst wieder auf kurzen Röhren sich finden, an dem Schalenhals auftreten können. Auch bei der schon erwähnten sandschaligen Haliphysema tritt eine Verästelung der Schale zuweilen auf (H. ramulosa Cart.).

Andrerseits tritt bei einer Reihe sich hier anschliessender Sandschalen eine Mündungsbildung auch am anderen Pol der Schale auf, so dass dieselbe hierdurch den amphistomen Charakter annehmen, womit jedoch ebensowenig wie bei Lagena eine schärfere Abgrenzung derselben von den monostomen Formen angezeigt scheint. Die Gestalt wird in diesem Falle bei langgestreckten Schalen etwa eine spindelförmige mit etwas verdickter Mittelregion (Marsipella V. 10) oder die beiden Mündungen liegen auf röhrenförmigen Verlängerungen einer mehr kugligen oder scheibenförmigen Schale (Rhabdammina zum Theil).

Die Zahl der Mündungsöffnungen kann aber bei den hier zu besprechenden Formen noch eine weitere Vermehrung erfahren. So können bei der eben erwähnten Rhabdammina an Stelle zweier sich 3—5 mit endständigen Mündungen versehene armartige Röhren entwickeln, so dass, da diese Arme sich gewöhnlich nur in einer Ebene ausbreiten, eine rad- oder sternförmige Gestalt entsteht. Die Entwicklung dieser Arme kann so weit gehen, dass von einem scheibenförmigen Centraltheil der Schale nichts mehr übrig bleibt. In noch beträchtlicherer Zahl können solche Arme aus dem scheibenförmigen Centraltheil der Schale bei der Gattung Astrorhiza sich entwickeln, wobei die Arme entweder unverzweigt bleiben, und die Centralscheibe einen ansehnlichen Durchmesser erreicht (V. 11) oder die Arme verzweigen sich geweihartig und die Centralscheibe reducirt sich sehr oder ist kaum angedeutet.

Während bei den eben erwähnten Formen die die Mündungen tragenden Arme gewöhnlich nur in einer Ebene an den Scheibenrändern hervortreten, strahlen bei einer weiteren, gleichfalls zu Astrorhiza gestellten Form (A. catenata) von dem etwa eiförmigen Centraltheil allseitig ähnliche armartige Fortsätze aus und schliesslich bilden sich auch ganz röhrige, unregelmässig verzweigte Formen. Im Gegensatz zu den ebenerwähnten interessanten Gattungen Rhabdammina und Astrorhiza ist die nahverwandte Dendrophrya mit der Centralscheibe der Schale aufgewachsen und

von ihr entspringen wie bei Astrorhiza eine grössre Zahl geweihartig verästelter Röhren, die an ihren Enden geöffnet, den Pseudopodien Durchtritt gewähren.

Schliesslich können dann hier noch einige Formen angereiht werden, die vielfach verästelte, entweder freie (Rhizammina) oder auf einer Unterlage aufgewachsene Röhren bilden (Sagenella V. 16), wobei die einzelnen Zweige entweder frei ohne gegenseitige Verbindung bleiben können oder aber mit einander Anastomosen zu bilden vermögen (Sagenella), so dass die Gesammtbildung dann gewissermaassen an ein Plasmodium erinnert, das sich allseitig mit sandiger Hülle umkleidet hat, ausgenommen die freien Enden seiner Zweige.

Wenden wir uns nach dieser Betrachtung der sandigen monothalamen Formen von eigenthümlichem Bau nun wieder zu den kalkschaligen Monothalamien mit ausgeprägter Bilateralität.

Eine solche Bildung wird bei den marinen Formen sehr gewöhnlich dadurch hervorgerufen, dass die Schalenhauptaxe ihre gerade Streckung aufgibt und sich spiralig einkrümmt. Die Einrollung erfolgt bei den bilateral gebildeten Schalen natürlich in einer Ebene, die als die Windungsebene bezeichnet wird und die Medianebene der Schale repräsentirt. Derartige Schalenformen sind sowohl unter den Imperforaten, wie Perforaten verbreitet und auch durch sandschalige Formen vertreten.

Da die spiralig eingerollten Schalen sowohl unter den Monothalamen wie den Polythalamen eine so hervorragende Rolle spielen, wird es hier gerechtfertigt erscheinen, über eine Anzahl technischer Ausdrücke, die zur Verständigung über die Eigenthümlichkeiten solcher Schalenformen von Nutzen sind, noch vorläufig kurz zu berichten. Schon oben wurde der Windungsebene gedacht; eine auf dieser Ebene in dem Anfangspunkt der spiralig gekrümmten Längsaxe errichtete Senkrechte wäre als Windungsaxe zu bezeichnen, während die spiralig eingerollte Längsaxe wohl am besten als Spiralaxe bezeichnet wird. Den, einem vollständigen Umlauf dieser Spiralaxe entsprechenden Schalentheil bezeichnen wir als einen Umgang und messen demnach auch die Spiralaxe nach der Zahl ihrer Umgänge. Der Abstand der beiden Punkte, in welchen ein Radius der Spiralaxe die innere und äussere Oberfläche eines Umgangs schneidet, wird Umgangshöhe genannt.

In gleicher Weise, wie für die ähnlich spiral aufgerollten Schalen der Cephalopoden und Gastropoden eine mathematisch gesetzmässige Bildung der Spiralität hauptsächlich durch Naumann nachgewiesen wurde, konnte auch in neuerer Zeit das Gleiche für die entsprechenden Rhizopodenschalen durch v. Möller bestätigt werden (116). Es hat sich ergeben, dass eine sehr auffallende Uebereinstimmung der spiral gewundenen Rhizopoden- und Cephalopodenschalen existirt. Zur genaueren Untersuchung der der spiralen Aufrollung zu Grunde liegenden mathematischen Gesetzmässigkeit betrachtet man gewöhnlich die sogen. Rückenspirale, d. h. die spiralige Durchschnittslinie der peripherischen Wandung der

Schalenwindungen mit der Windungsebene. Ein tieferes Eingehen auf die von Möller für eine Reihe von Geschlechtern der Nummuliniden festgestellten mathematischen Gesetze der spiralen Aufrollung glauben wir hier unterlassen zu können, namentlich auch deshalb, weil, so interessant diese Erscheinungen auch an und für sich und vorzüglich im Vergleich mit den spiral gewundnen Cephalopoden erscheinen, bis jetzt doch alle Anhaltspunkte fehlen, um diese Regelmässigkeiten mit anderweitigen Organisations- und Wachsthumsverhältnissen in Beziehung zu setzen und eventuell hierdurch zu einer Erklärung derselben zu gelangen.

Nach welchen Gesetzen sich die Spirale bei den Monothalamen, die uns hier zunächst interessiren, aufbaut, ist bis jetzt noch nicht ermittelt, die später erst genauer zu erörternden gekammerten Formen sind hingegen fast durchaus nach der sogen. cyclocentrischen Conchospirale Naumann's gewunden, d. h. einer Conchospirale, deren Mittelpunkt sich gewissermaassen zu einem Kreis erweitert hat. Letztres hängt damit zusammen, dass bei diesen gekammerten Formen stets eine im Medianschnitt nahezu kreisförmige sogen. Central- oder Embryonalkammer sich findet, auf welche erst die spiralige Einrollung der Schalenwände folgt. Der Charakter der sogen. Conchospirale ist dadurch bestimmt, dass bei ihr nur die sich entsprechenden Windungsabstände (also die auf einem Radius liegenden) in geometrischer Progression zunehmen, während bei der logarithmischen Spirale (die nur einen besondern Fall der Conchospirale darstellt) auch die Durchmesser und Halbmesser in geometrischer Progression wachsen. Aber auch der Specialfall der logarithmischen Spirale wird nach den Untersuchungen Möller's von einem Theil der gekammerten Formen repräsentirt.

Zur Bestimmung der Gleichung einer gewissen cyclocentrischen Conchospirale ist erforderlich die Kenntniss des Radius desjenigen Kreises, auf dessen Peripherie der Anfangspunkt der Spirale liegt. Dieser sogen. Archiradius (α) ist also nach dem oben bemerkten gleich dem Halbmesser der Centralkammer. Ferner wird noch erfordert der sogen. Parameter (a), die absolute Höhe der ersten Windung an ihrem Endpunkt und schliesslich der sogen. Windungsquotient (p), d. h. das Verhältniss zwischen zwei aufeinanderfolgenden, entsprechenden Windungshöhen. Aus diesen Grössen ergibt sich die Grösse des Radius (r) der Spirale für einen beliebigen Umlaufswinkel desselben (v) zu

$$r = \alpha + \frac{a}{p-1}\left(p^{\frac{v}{2\pi}} - 1\right).$$

Die logarithmische Spirale ist derjenige bestimmte Fall dieser cyclocentrischen Conchospirale, in welchem der Archiradius $\alpha = \frac{a}{p-1}$ wird, woraus für dieselbe die entsprechende Gleichung $r = \frac{a}{p-1}\, p^{\frac{v}{2\pi}}$ sich ergibt. Wie jedoch von Naumann schon für die spiralgewundenen Schalen der Mollusken gezeigt wurde, erfolgt auch für die ähnlichen der Rhizo-

poden häufig die spirale Aufrollung nicht durchaus nach derselben Conchospirale, sondern durch plötzliche Aenderung des Windungsquotienten und zwar sowohl Vergrösserung als Verkleinerung desselben, kann plötzlich die spirale Aufrollung nach einer cyclocentrischen Conchospirale von anderer Gleichung weitergehen, für welche der Abstand des Anfangspunktes (Aenderungspunktes) vom dem Centrum den sogen. Archiradius bildet. Es finden sich also auch hier bei den Rhizopoden die zusammengesetzten sogen. Pleospiralen Naumann's wieder und lassen sich im speciellen Fall als Diplo-, Triplospiralen und so fort bezeichnen. Da die Veränderung des Windungsquotienten hierbei sowohl in einer Vergrösserung als Verkleinerung gegenüber der Anfangsspirale bestehen kann, so lassen sich auch hier exostehne und entostehne Pleospiralen unterscheiden.

Noch eine weitere Eigenthümlichkeit der spiralen Aufrollung der Rhizopodenschalen wurde hauptsächlich durch von Möller aufgedeckt, nämlich der unter den Nummuliniden häufige Uebergang der letzten Windung aus dem spiralen in ein kreisförmiges Wachsthum. Hiermit muss natürlich schliesslich eine Berührung der letzten Windung mit der äusseren Oberfläche der vorletzten und damit ein Verschluss und Abschluss der Schale eintreten. Dieser Fall tritt natürlich dann ein, wenn der Windungsquotient der Spirale plötzlich gleich Null wird.

Im Gegensatz hierzu ist es jedoch bei den spiralgewundnen Rhizopoden eine nicht seltene Erscheinung, dass die spirale Einrollung allmählich in gerade gestrecktes Wachsthum übergeht, so dass ein spiral aufgerollter Anfangstheil von einem geradlinigen Endtheil zu unterscheiden ist. Ausserdem treten jedoch mannigfache weitere Unregelmässigkeiten in der spiraligen Aufrollung noch hervor, die späterhin eingehender zu erörtern sein werden.

Nach dieser allgemeinen Betrachtung der mathematischen Gesetzmässigkeiten, die sich im spiralen Aufbau der Rhizopodenschalen erkennen lassen, gehen wir jetzt wieder über zur Besprechung des morphologischen Aufbau's der einkammerigen spiralgewundenen Formen.

Es finden sich solche sowohl unter den Imperforata wie Perforata und werden auch durch sandige Formen repräsentirt. Die einfachsten Gestaltungsverhältnisse erkennen wir unter den Imperforata bei der Gattung Cornuspira (IV. 8), unter den Perforata bei der ganz ähnlich gebauten Spirillina (VIII. 1), unter den Formen mit sandiger Schale bei Ammodiscus (V. 20—22). Bei diesen sämmtlichen Formen berühren sich die mehr oder minder zahlreichen Windungen der Schale nur, ohne sich zu umgreifen, und die Umgangshöhe wächst entweder in Zusammenhang mit einer Abplattung der Umgänge (parallel der Windungsebene) rasch an (Cornuspira) oder nur sehr allmählich (Spirillina und Ammodiscus). Während bei Cornuspira die spiralige Aufrollung eine ganz regelmässig symmetrische ist, treten dagegen bei Spirillina auch asymmetrische Formen auf, bei welchen die Aufrollung nicht mehr in einer Ebene, sondern niedrig schraubenspiralig erfolgt (Brady 117, II) und noch weit unregel-

mässiger erfolgt z. Th. die Aufrollung bei der sandschaligen Gattung Ammodiscus. Hier finden sich neben ganz regelmässig symmetrisch spiraligen Formen auch solche, bei denen die Aufwindung nicht mehr nur in einer Ebene erfolgt, sondern eine ganz unregelmässige, knäuelförmige wird (V. 21 u. 22), ein Uebergang zu unregelmässigem Wachsthum, wie ihn auch andere Rhizopodengattungen noch zeigen. Auch ein Aufgeben der spiraligen Einrollung und Weiterwachsthum in gestreckter Linie ist hier z. Th. schon zu bemerken.

Im Gegensatz zu diesen eben erwähnten Formen mit sich nur berührenden, äusserlich wohl sichtbaren Umgängen stehen zwei im Grunde sehr ähnlich gebaute perforate Gattungen: Involutina (IX. 12) und Archaeodiscus (IX. 13), bei welchen sich zwar die Hohlräume der aufeinanderfolgenden Umgänge nur wenig umfassen, wo jedoch die die Wandungen der jüngern Umgänge bildende Schalenmasse über die älteren successive sich ausdehnt, so dass also dennoch eine Umwachsung der älteren durch die jüngeren Umgänge vorliegt. Hierbei kommt denn weder eine nabelartige Vertiefung zur Ausbildung, noch ist äusserlich von den einzelnen Umgängen etwas zu erkennen, sondern die Schale besitzt eine einfach linsen- bis scheibenförmige Gestaltung. Während bei Involutina die Aufrollung regelmässig in einer Ebene vor sich geht, verläuft dieselbe hingegen bei Archaeodiscus, ähnlich wie dies schon für gewisse Ammodiscen hervorgehoben wurde, etwas unregelmässig (s. den Querschnitt IX. 13b), indem die Windungsebene im Verlaufe des Wachsthums sich mehrfach ändert.

γ. Mehrkammerige (polythalame) Schalenbildungen.

Weitaus die meisten marinen Rhizopoden bilden durch periodische Unterbrechungen und darauf folgende besondere Intensität des Wachsthums Schalen, welche mehr oder weniger deutlich diese Wachsthumsperioden durch ihre Zusammensetzung aus einer mit dem Alter des Thiers sich erhöhenden Zahl von Abschnitten, sogen. Kammern, verrathen. Wie wir jedoch die mannigfaltigen Gestaltsbildungen der monothalamen Schalen durch sehr allmähliche Uebergänge mit einander verbunden sahen, so stehen auch die mehrkammerigen keineswegs unvermittelt den ersteren gegenüber, sondern sind durch Zwischenbildungen mit denselben verknüpft.

Schon bei gewissen spiralgewundenen monothalamen Geschlechtern, so Cornuspira und Ammodiscus, verräth sich zuweilen eine Hinneigung zur Bildung einer Anzahl Abschnitte durch seichte in unregelmässigen Abständen die Umgänge umziehende Einschnürungen der Schalenwandung, die nur wenig tiefer greifen und in regelmässigerer Folge auftreten müssten, um die monothalame Schale in eine polythalame überzuführen. Die Bildung regelmässig sich wiederholender Kammerabschnitte findet sich in ganz entsprechender Weise durchgeführt sowohl bei Imperforata als Per-

forata und wie wir nach den Beziehungen der sandigen Formen erwarten dürfen, auch bei diesen.

Ihre innigen Beziehungen und ihre ursprüngliche Herleitung von monothalamen Formen, verrathen jedoch die polythalamen, spiralig aufgerollten Schalenbildungen auch noch dadurch, dass sie ihr Wachsthum stets mit einer kugeligen oder eiförmigen Anfangskammer beginnen, die monaxon gebildet ist und durch diesen Bau verräth, dass auch diese Formen sich ursprünglich von gestreckten, monaxonen Gestalten herleiten, die erst späterhin zu einem spiralen Wachsthum übergingen.

Die Art der Kammerbildung bei den polythalamen Formen ist etwas verschieden, was hauptsächlich von der Bildungsweise der Kammern selbst herzurühren scheint. Sind dieselben ungefähr röhrenförmig mit weiterer, wenig verengter Mündung, so lagert sich jede folgende Kammer so an die vorhergehende an, dass zwischen beiden nur eine wenig scharfe Grenzmarke sich findet, meist als eine Einschnürung auf der Grenze beider Kammern, die von der etwas verengten Mündung der ältern Kammer herrührt. Sind hingegen die Mündungsöffnungen der Kammern sehr verengt, so lagert sich jede neue Kammer gewöhnlich in der Weise, die Mündung überdeckend auf die vorhergehende auf, dass der überdeckte Theil der Wand der vorhergehenden Kammer nun eine Scheidewand zwischen den Höhlungen der beiden aneinandergelagerten Kammern bildet. In den meisten Fällen wird diese Scheidewand in der geschilderten Weise nur von einer einfachen Schalenlamelle, nämlich der Fortsetzung der Wand der älteren Kammer gebildet, indem nämlich derjenige Abschnitt der neuen Kammer, der sich an die alte anlehnt, keine besondere neue Wand erhält, sondern einfach durch die Wand der vorhergehenden Kammer vervollständigt wird. So ist das Verhalten wenigstens durchweg bei den polythalamen Imperforaten und einem grossen Theil der einfacheren Perforaten. Bei den höher entwickelten Formen dieser letzten Abtheilung hingegen erhält die Scheidewand jedoch noch eine Verstärkung dadurch, dass sich an ihrer Bildung auch die Wand der neuen Kammer betheiligt. In dieser Weise wird demnach bei jenen letzterwähnten Formen jede Scheidewand aus zwei Lamellen aufgebaut, die sich entweder dicht aufeinanderlegen oder Lückenräume zwischen sich lassen, welche zur Bildung eines sogen. Kanalsystems der Schale beitragen. Die genauere Besprechung der verschiedenen Bildungsvorgänge der polythalamen Schalen wird die eben angedeuteten Verschiedenheiten klarer darlegen und werden wir in der folgenden Darstellung dieser höchst mannigfaltigen und zum Theil sehr complicirten Schalenbildungen uns weniger von allgemeinen morphologischen Gesichtspunkten, die bei den verschiedenen Unterabtheilungen z. Th. in recht ähnlicher Weise zur Ausbildung gelangen, leiten lassen, als weit mehr von dem genetischen Zusammenhang der Formen unter einander, der ein sehr inniger ist, und beginnen daher naturgemäss mit den einfacheren Imperforata.

γ.[1] Imperforate Polythalamia.

Als ein Beispiel sehr unvollständiger Sonderung der aufeinanderfolgenden Kammern einer polythalamen Imperforaten verdient hier zunächst die sehr eigenthümliche Gattung Nubecularia hervorgehoben zu werden (IV. 9). Ausser durch den eben erwähnten Charakter wird dieses Geschlecht noch durch seine grosse Mannigfaltigkeit und meist auch Unregelmässigkeit der Gestaltung ausgezeichnet, welche letztere Eigenthümlichkeit ohne Zweifel in Zusammenhang mit der festsitzenden Lebensweise steht. Wir haben es hier mit einem der nicht seltnen proteïsch vielgestaltigen Formenkreise zu thun, wie sie gerade die aufgewachsenen marinen Rhizopoden mehrfach darbieten. Das Wachsthum der Schale ist ursprünglich ein spiralig aufgerolltes (9 c), ähnlich etwa dem von Cornuspira, jedoch ein polythalames, wenngleich die einzelnen Kammerabschnitte nicht durch wohl ausgebildete Scheidewände von einander geschieden werden, sondern ihre Sonderung nur durch eine Verengerung des Endtheils der Kammern, und eine beträchtliche Erweiterung des hintern Abschnittes der folgenden Kammer zu Stande kommt. In der Art wird eine Scheidewand zwischen den aufeinanderfolgenden Kammern nur durch eine schwache Einfaltung der Kammerwand angedeutet. Da die Schale mit einer der Windungsebene parallelen und abgeplatteten Fläche aufgewachsen ist, ist eine symmetrische Ausbildung der Spiralschale hier nicht möglich und diese asymmetrische Bildung wird dadurch noch erheblich vermehrt, dass die Schalenwand der aufgewachsenen Seite entweder nur sehr dünn oder, was noch häufiger, überhaupt nicht entwickelt ist, so dass also der als Unterlage dienende Fremdkörper den Abschluss der Schalenwandung bildet. Dagegen besitzt die freie Seite sehr dicke, starke Kalkwände, welche meist so sehr verdickt sind, dass äusserlich eine Unterscheidung der einzelnen Kammerabschnitte und ihrer Anordnung nicht mehr möglich ist. Nur sehr selten bleibt jedoch das regulär spiralige Wachsthum während der ganzen Lebensdauer erhalten, sehr häufig geht es nach einiger Zeit in ein geradliniges, ebenso häufig jedoch auch in mehr oder weniger unregelmässig hin- und hergebogenes über, ja es finden sich auch solche geradlinig oder unregelmässig entwickelte Formen, welchen ein spiraliger Anfangstheil ganz abgeht. Auch Verzweigungen der einfachen Kammerreihe sind zu beobachten, wo dann mehrere neben einander hinlaufende Reihen sich finden können, und durch vielfache, hier nicht näher zu erörternde Formbildungen hindurchgehend, treffen wir schliesslich auch auf ganz unregelmässig neben- und übereinander gehäufte Kammermassen (9 a), die nur durch Berücksichtigung aller der Mittelstufen und der Schalentextur etc. als in diesen Formenkreis gehörig erkannt werden können. Eine Abweichung nach anderer Richtung muss hier noch kurz erwähnt werden, es besteht dieselbe nämlich in beträchtlicher Verbreiterung der Kammern, so dass diese bei ihrer geringen Höhe eine bandartig ausgedehnte Form annehmen (9 b). Hiermit ist jedoch

eine etwas vollständigere Ausbildung der Scheidewände zwischen den Kammern verknüpft, indem die einfache weite Verbindungsöffnung zwischen den aufeinanderfolgenden Kammern durch einwachsende Brücken in eine grössere Zahl secundärer Oeffnungen zerlegt wird. Durch derartige Wachsthumsmodificationen können sogar Formen entstehen, die eine gewisse morphologische Aehnlichkeit mit den später zu schildernden Geschlechtern Peneroplis und Orbitolites aufweisen.

Wie zahlreiche andere Geschlechter der kalkschaligen marinen Rhizopoden zeigt auch die Gattung Nubecularia eine ziemlich ausgesprochene Neigung (wenigstens in gewissen Modificationen ihrer Bildung) Sand zur Verstärkung in die Schalenwandungen aufzunehmen. Es erscheint dieses Verhalten gerade hier nicht uninteressant, da sich auch unter den rein sandigschaligen marinen Rhizopoden eine Anzahl Formen finden, welche eine ziemliche morphologische Aehnlichkeit im Schalenbau mit der soeben beschriebenen Gattung aufweisen. Dies gilt hauptsächlich von der d'Orbigny'schen Gattung Placopsilina, welche von den englischen Forschern gewöhnlich in ihrem sehr erweiterten Genus Lituola eingeschlossen wird. Wir haben es hier mit äusserlich rauhen sandigschaligen Formen zu thun, die ähnlich wie bei Nubecularia gewöhnlich einen deutlich spiraligen Wachsthumsbeginn zeigen, ja meist deutlicher als bei dieser kalkschaligen Gattung. Mit der einen Seite sind sie aufgewachsen und ähnlich Nubecularia ist dann die Wandung dieser aufgewachsenen Seite häufig nur sehr unvollständig ausgebildet. Gewöhnlich wird das spiralige Wachsthum nicht bis zu Ende fortgesetzt, sondern geht in gerades bis unregelmässiges über; auch Verzweigungen treten ähnlich wie bei Nubecularia auf, wie denn auch aus ganz unregelmässig zusammengehäuften Kammern gebildete Formen hier nicht fehlen.

Einen nur geringen Grad der Sonderung der Kammern von einander zeigen auch die hier zunächst sich anschliessenden Miliolinen. Durch die Gattung Spiroloculina reihen dieselben sich recht innig an die früher erwähnte monothalame Cornuspira an. Mit einer nahezu kugeligen Anfangskammer beginnend wächst die Schalenröhre in spiralig sich aufrollenden, sich berührenden Umgängen symmetrisch weiter (IV. 10), wobei nach Carpenter der innere Abschluss jedes neuen Umgangs gar nicht von besonderen Wandungen, sondern von der peripherischen Wand des vorhergehenden Umgangs gebildet wird, eine Regel, die wenigstens für Spiroloculina nach meinen Erfahrungen nicht durchaus richtig ist.

Indem die Schalenröhre am Ende jedes halben Umgangs eine Einschnürung erhält, die ohne Zweifel eine Wachsthumspause verräth, während welcher die Einschnürungsstelle als häufig noch durch besondere Eigenthümlichkeiten ausgezeichnete Mündungsöffnung fungirt, wird eine vielkammerige Schale gebildet, deren einzelne Kammern je einen halben Umgang Ausdehnung besitzen. Sämmtliche Einschnürungsstellen einer solchen Schale liegen, wie aus obiger Schilderung hervorgeht, in

einer geraden Linie, die wohl auch die ursprüngliche Hauptaxe der durch excentrische Verlagerung der Mündungsöffnung symmetrisch bilateral gewordenen Embryonalkammer darstellt. In der Richtung dieser Hauptaxe zeigen die Angehörigen der Gattung Spiroloculina sowohl als die übrigen Miliolinen gewöhnlich eine Längsstreckung, wodurch die regulär spiralige Aufrollung etwas alterirt wird.

Eine weitere Abweichung zeigen die übrigen Miliolinen dadurch, dass die bei Spiroloculina sich nur berührenden, daher auf beiden Seitenflächen der Schale völlig sichtbaren Umgänge (oder die sie constituirenden Kammerabschnitte) sich bei den übrigen mehr oder minder umfassen, so dass jeder neue Umgang den vorhergehenden entweder nur zum Theil (Quinqueloculina) oder gänzlich (Biloculina) verdeckt. Bei Quinqueloculina (IV. 11) wird die Schale durch abwechselnde ungleiche Umfassung auf den beiden Seitenflächen gleichzeitig asymmetrisch (s. den nebenstehenden Holzschnitt a), so dass gewöhnlich auf der einen Seitenfläche der Schale 4, auf der entgegengesetzten durch stärkere Umfassung hingegen nur 3 Kammerabschnitte sichtbar bleiben.*)

Biloculina (IV. 12 u. 13) hingegen ist durch völlige und symmetrische Involubilität ausgezeichnet, so dass hier stets nur die beiden jüngsten Kammerabschnitte sichtbar bleiben (vergl. auch den Querschnitt der entsprechend gebauten Fabularia IV. 21).

a. Idealer Querschnitt von Quinqueloculina, b. ebens. von Triloculina.

Bedeutsamer erscheint die Abweichung von der den Ausgangspunkt unserer Betrachtung bildenden Spiroloculina bei der Gattung Triloculina, die äusserlich nur 3 um die Längsaxe regelmässig gruppirte Kammerabschnitte bemerken lässt (VIII. 3). Es lässt sich diese Form entweder so deuten, dass hier die Windungsebene nach jedem halben Umgang sich um 120° um die Längsaxe verschiebt, oder aber auch durch eine besondere Art der gegenseitigen Umwachsung der einzelnen Kammerabschnitte in der Weise, dass während der 2. (vergl. nebenstehenden Holzschnitt b) sich nach beiden Seitenflächen hin gleichmässig ausdehnt, der 3. hingegen hauptsächlich über die linke, der 4. über die rechte Seitenfläche hinwächst u. s. f.

Von besondrem Interesse ist noch eine sehr gewöhnliche Auszeichnung der Mündungsöffnung der besprochnen Miliolinen, indem in dieselbe ein zungenartiger, bei den einzelnen Formen recht mannigfach gestalteter Vorsprung von der Aussenwand des vorhergehenden Umgangs hineinragt

*) Doch herrscht bezüglich der Zahlenverhältnisse der sichtbaren Kammern ziemliche Variabilität.

(IV. 13, 14 u. 15), eine Einrichtung, die vielleicht mit der bei verwandten Formen auf der Grenze der Kammern auftretenden Scheidewandbildung in Verbindung gebracht werden darf. Letzteres scheint um so mehr gestattet, da zuweilen (Quinqueloculina saxorum) durch diese vorspringende Zunge und noch weitere hierzu sich gesellende rippenartige Vorsprünge der innern Mündungsränder, welche mit jener verwachsen, die Mündung bis auf eine Anzahl Durchlassporen ganz verschlossen werden kann.

Wie schon oben im Allgemeinen hervorgehoben wurde, ist es eine unter den spiralgewundnen Rhizopoden sehr verbreitete Erscheinung, dass nach einer Anzahl von Umläufen die spiralige Krümmung allmählich geringer wird und schliesslich in ein geradliniges Wachsthum übergeht. Diese Erscheinung tritt auch bei dem zunächst mit den Miliolinen verwandten Genus Vertebralina hervor, wie bei der gleichfalls nahe verwandten Peneroplis. Bei Vertebralina (IV. 17) ist der ältere Anfangstheil der Schale in miliolinenartiger Weise spiralig eingerollt, so jedoch, dass gewöhnlich 3—4 Kammerabschnitte einen Umgang bilden, worauf dann die Schale ihr Wachsthum in gerader Linie mehr oder weniger lang fortsetzt. Auch hier sind zwischen den einzelnen Kammern Scheidewände noch kaum gebildet, sondern jede folgende Kammer ist auf die gewöhnlich etwas erweiterte Mündung der vorhergehenden aufgesetzt. Gelegentliches Fehlen des geradlinigen Endtheils der Schale schliesst diese Formreihe noch näher an die Miliolinen an, wie jedoch andrerseits auch der geradlinig gestreckte Schalentheil bei weitem überwiegen kann, so dass schliesslich ein spiralig eingerollter Anfangstheil ganz unterdrückt wird (Unterg. Articulina d'Orb. IV. 18).

Sehr ähnlich dem spiralig aufgerollten Anfangstheil der Vertebralinaschale ist auch hinsichtlich ihrer allgemeinen Configuration die Gattung Hauerina (IV. 20), welche von Carpenter zu Miliola gezogen wird. Sie beginnt ganz miliolartig, setzt jedoch ihr weiteres Wachsthum mit 3 bis 4 Kammern auf den Umgang fort. Der vorzugsweise hervorstechende Charakter dieser Form ist jedoch die Umbildung der Mündung zu einer siebförmig von Poren durchbrochnen Platte (IV. 20b, ähnlich der erwähnten Quinqueloc. saxorum), so dass füglich hier auch die aufeinanderfolgenden Kammern durch solche von Poren durchsetzte Scheidewände geschieden werden.

In nahem Anschluss an die soeben erwähnten Formen steht die Gruppe der Peneropliden (IV. 22, V. 1, VIII. 12) mit der Hauptgattung Peneroplis. Wir haben es hier mit symmetrisch-spiralig aufgerollten Formen zu thun, die jedoch schon von Beginn eine ziemlich beträchtliche Zahl von Kammern in den Umgängen aufweisen. Es ist nämlich die Länge jeder Kammer nur eine geringe, dagegen die Höhe meist recht beträchtlich. Gewöhnlich sind die Umgänge parallel der Medianebene sehr comprimirt, wodurch, in Zusammenhang mit der beträchtlichen Kammerhöhe, die Mündungsfläche, sowie die entsprechenden Septalflächen,

hoch und schmal werden. Die Septalflächen sind hier durch eine Einfaltung der Kammerwand zum grösseren Theil geschlossen, so dass also wohlgebildete Scheidewände und eine entsprechende Mündungswand sich finden, die entweder von einer langgestreckten spaltartigen und dendritisch verzweigten Mündungs- oder Septalöffnung durchsetzt werden (Dendritina IV. 24), oder nur eine, bei breiterer Gestaltung der Septalflächen jedoch auch zwei Reihen von Porenöffnungen aufweisen (Peneroplis V. 1). Letzteres Verhalten leitet sich wohl von der Auflösung der dendritisch verzweigten Mündungsspalte in eine grössere Zahl von Poren her (eine Art Uebergangsbildung siehe IV. 25). Die Zahl dieser Poren der Scheidewände vermehrt sich successive, die älteste weist nur einen Porus auf, in den folgenden nimmt ihre Zahl stetig zu. Eine weitere Mannigfaltigkeit dieser Formenreihe wird noch dadurch erreicht, dass die sich gewöhnlich nur berührenden Umgänge sich mehr umfassen, ein Verhalten, das namentlich häufig an der jüngeren Hälfte des letzten Umgangs hervortritt, sich jedoch auf die gesammten Umgänge ausdehnen kann, so dass die Schale hierdurch ziemlich involut wird (Dendritina) und die Septalflächen eine mehr hufeisenförmige Gestaltung annehmen. Auch Uebergang in geradliniges Wachsthum tritt sehr häufig bei Peneroplis wie Dendritina hervor. Von besonderem Interesse ist ferner noch, dass in Verbindung hiermit bei Peneroplis sehr gewöhnlich die letzten Kammern besonders in der Richtung der Umgangshöhe, also senkrecht auf die Längsaxe (Spiralaxe) auswachsen, wobei gleichzeitig die Kammerlänge sehr gering wird (V. 1). Indem in dieser Weise die letzten Kammern sich successive sehr rasch senkrecht zur Längsaxe, verbreitern, nimmt so der Endtheil der Schale eine fächerartig ausgebreitete Gestalt an und werden die Septalflächen sehr lang und stark gekrümmt. Indem sie sich mit ihren Enden stark nach den älteren Schalentheilen zurückbiegen, kann die Ausdehnung der Mündungsfläche schliesslich nahezu $^3/_4$ des ganzen Schalenumfanges betragen. In solcher Weise ist hier schon eine Hinneigung zum Uebergang in das sogen. cyklische Wachsthum gegeben, wie es bei den später zu besprechenden Orbiculina- und Orbitolitesformen in hoher Ausbildung hervortritt, wo die einzelnen Kammern sich bis zur Bildung geschlossener Ringe zurückbiegen. Auch die früher erwähnte Gattung Vertebralina zeigt schon eine ähnliche Modifikation ihres Wachsthums in den als Renulites bezeichneten fossilen Formen (IV. 19).

In allgemein morphologischer Hinsicht scheinen die mit sandiger Schale versehenen Gattungen Lituola Lmck. und Haplophragmium Rss. in ziemlich naher Beziehung zu den eben geschilderten Formen der Peneropliden zu stehen (fraglich bleibt jedoch bis jetzt, ob eine solche Annäherung auch in genetischer Beziehung gerechtfertigt ist). Es sind dies freie Formen mit symmetrisch spiraliger Schale, deren Umgänge gewöhnlich einen ziemlich hohen Grad von Involubilität zeigen und entweder ihr ganzes Wachsthum in der begonnenen spiraligen Aufrollung fortsetzen (so dass die Gesammtgestalt der Schale dann von einem Dendritina-artigen

Habitus ist [V. 17]) oder es gehen, ähnlich wie bei den als Spirolina bezeichneten Modifikationen von Dendritina, die letzten Kammern in ein geradliniges Wachsthum über und wird die Gesammtform der Schale hierdurch eine bischofstabförmige (V. 18 a). Die Mündungsbeschaffenheit dieser sandigen Formen ist eine etwas verschiedenartige; entweder sind die Kammerscheidewände von einer einfachen, jedoch häufig unregelmässigen Oeffnung durchbrochen, die auch ähnlich wie bei Dendritina eine dendritisch verzweigte Beschaffenheit besitzen kann, oder es finden sich bei Lituola statt der einfachen Mündung zuweilen auch mehrere Durchbrechungen der Scheidewände, die Mündung nimmt eine zusammengesetzte Beschaffenheit an, ja die Scheidewände werden z. Th. siebartig (V. 18 b). Letztere Eigenthümlichkeit steht wohl ohne Zweifel in Zusammenhang mit den labyrinthischen Auswüchsen, die hier von den innern Flächen der Kammerwände entspringen und, wie dies früher schon im Allgemeinen als für einen Theil der sandigschaligen Formen charakteristisch geschildert wurde, die Kammerhöhlungen in ein Maschenwerk von zahlreichen unregelmässigen Kämmerchen theilen.

Zu den interessantesten morphologischen Wachsthumsverhältnissen der polythalamen Schalen der marinen Rhizopoden gehört die eigenthümliche Umwandlung des spiralig symmetrischen Wachsthums in das sogen. cyklische, wie wir solches unter den Imperforaten bei den Geschlechtern Orbiculina und Orbitolites, unter den Perforaten hingegen bei Heterostegina, Cycloclypeus und Orbitoides antreffen. In beiden morphologischen Reihen, welche durch diese besonderen Wachsthumsverhältnisse charakterisirt werden, tritt noch eine weitere Eigenthümlichkeit, die wohl nicht ausser Zusammenhang mit der ersteren steht, hervor, nämlich eine Unterabtheilung der ursprünglichen Kammerräume durch secundäre, in senkrechter Richtung zu den primären verlaufende Scheidewände in eine mehr oder minder grosse Zahl secundärer Kammern oder Kämmerchen (chamberlets, Carpenter). Dieselbe Erscheinung fanden wir, wenngleich von viel unregelmässigerer Ausbildung, schon bei den sandschaligen Rhizopoden und letzthin speciell bei der Gattung Lituola. Obwohl es sich hier um ganz unregelmässige Untertheilungen der Kammerräume handelt, so unterliegt es doch wohl keinem Zweifel, dass in beiden Fällen im Princip dieselbe Erscheinung vorliegt.

Das beste Verständniss für die Herleitung dieses cyklischen Wachsthums aus dem einfach spiraligen bietet die imperforate Gattung Orbiculina dar (VI. 2) und indem wir die Betrachtung der durch ähnliche Wachthumsvorgänge ausgezeichneten, jedoch ohne Zweifel genetisch nicht hierher gehörigen Gattungen der Perforata auf später verschieben, beschäftigen wir uns zunächst mit den cyklischen Imperforata und zwar der erwähnten Gattung Orbiculina.

Diese Form lässt sich am natürlichsten herleiten von gewissen Modifikationen der schon früher geschilderten Peneroplis und es unterliegt

wohl auch keinem Zweifel, dass es sich hier um einen wirklich genetischen Zusammenhang handelt. Die hier in Betracht kommenden Peneroplisformen sind die schon erwähnten, bei welchen die jüngsten Kammern, indem sie ihr spiraliges Wachsthum aufgeben, sich sehr rasch verbreitern, so dass die Gesammtgestalt der Schale hierdurch eine fächerförmige wird. Denkt man sich diese Verbreiterung rasch noch mehr anwachsen, indem die Kammerenden sich dabei mehr und mehr um den spiraligen Anfangstheil der Schale herumlegen (VI. 2A), so dass schliesslich die Enden einer gewissen Kammer sich treffen und zu einer kreisförmig geschlossenen verschmelzen (VI. 2B), so erhält man eine ungefähre Vorstellung davon, in welcher Weise aus den in spiraliger Anordnung aufeinanderfolgenden Kammern schliesslich kreisförmig geschlossene hervorgehen und das Weiterwachsthum dann durch peripherische Neubildung solcher kreisförmiger Kammern cyklisch vor sich geht.

Eine etwas eingehendere Darstellung der Bauverhältnisse von Orbiculina wird diese Wachsthumsvorgänge noch deutlicher machen. Mit einer oder mehreren ziemlich ansehnlichen Embryonalkammern beginnend, geht diese Form dann in ein symmetrisch spiraliges Wachsthum über, das sie in regelmässiger Weise mehrere Umgänge hindurch verfolgt (VI. 2C). Diese spiraligen Umgänge werden ähnlich wie bei Peneroplis von zahlreichen, sehr schmalen Kammern gebildet, die sich rasch verbreitern, da die Umganghöhe schnell zunimmt. Diese spiraligen Umgänge umhüllen sich völlig und es besitzt daher die junge Schale oder der spiralige Anfangstheil älterer Schalen eine nahezu kuglige Gestaltung. Die die Kammern scheidenden Septen sind sehr stark nach vorn convex gekrümmt und die Kammerräume, wie schon erwähnt, durch auf den primären Septen senkrecht aufstehende secundäre in zahlreiche Kämmerchen getheilt, deren Zahl sich natürlich mit der Verbreiterung der Kammern (entsprechend der Zunahme der Umgangshöhe) rasch vermehrt. Unter sich stehen alle diese Kämmerchen eines Kammerabschnitts durch eine, oder bei bedeutenderer Höhe der Secundärsepten (die Höhe hier parallel zur Windungsaxe genommen) durch mehrere Verbindungskanäle in Communication. Ebenso stehen auch die Kämmerchen der aufeinanderfolgenden Kammerabschnitte durch Porenkanäle in Verbindung, die in Zahl ähnlichen Schwankungen unterliegen, wie die zuvor geschilderten, und die nicht von den Kämmerchen selbst ausgehen, sondern von den oben geschilderten Verbindungskanälen zwischen den benachbarten Kämmerchen eines Kammerabschnittes (vergl. die ähnliche Bildung bei Orbitolites VI. 1A, c). Diese letzterwähnten Porenkanäle sind es dann natürlich auch, die, indem sie auf der Septalfläche der jüngsten Kammer münden, die Verbindung mit der Aussenwelt herstellen (VI. 2D). — Aehnlich wie bei Peneroplis fungiren daher statt einer einfachen Mündung hier eine oder mehrere Reihen von Poren auf der Mündungsfläche (VI. 2E). — Die stark convexe Vorwärtsbiegung der Primärsepten macht, dass, im Zusammenhang mit der bedeutenden Höhe der Umgänge, die Septalflächen rasch zu sehr

ansehnlicher Ausdehnung gelangen, so dass sie bald etwa $^1/_3$ der gesammten Schalenperipherie bilden. Das Weiterwachsthum vollzieht sich nun in etwas verschiedener Weise. Entweder indem das spiralige Wachsthum in ein geradliniges übergeht und der periphere Schalenrand in einer ziemlich geraden Linie weiterwächst (VI. 2 C*), so dass demnach hier die Kammerenden in gerader Linie übereinander aufgestapelt sind, während im Gegensatz zu diesem Halt, der den peripheren Kammerenden hier gesetzt ist, die Kammern sehr rasch nach der entgegengesetzten freien Seite auswachsen, indem sie sich, sich immer mehr und mehr vergrössernd, um den spiraligen Theil der Schale allmählich völlig herumziehen. Endlich legen sie sich bei fortdauernder Neubildung und Vergrösserung um den oben erwähnten geradlinig fortgewachsenen peripheren Schalenrand herum, bis schliesslich eine der Kammern mit dem Ende ihrer cyklisch um die älteren Theile herumgelagerten Partie wieder auf ihren peripherischen Anfangstheil stösst, und so die erste völlig kreisförmig abgeschlossene Kammer gebildet worden ist (VI. 2 B). Durch weitere Neubildung solcher kreisförmiger Kammern kann dann auch der Gesammtumriss der Schale sich der Kreisgestalt mehr und mehr nähern, jedoch wird dieselbe in diesem Falle gewöhnlich nicht völlig erreicht, da der geradlinig fortgewachsene peripherische Rand sich noch durch eine Einbiegung oder Abstumpfung der Peripherie merklich macht. Bei der zweiten Art des Uebergangs ins cyklische Wachsthum bildet sich dagegen eine ziemlich reguläre Kreisform aus, indem hier das rasche Auswachsen der Kammerenden beim Uebergang ins geradlinige Wachsthum gleichmässig nach dem peripherischen wie nach dem centralen Kammerende hin geschieht. Es lagern sich daher hier die Enden der Kammern allmählich von beiden Seiten um den spiraligen Anfangstheil der Schale herum (VI. 2 A), und das Zusammenstossen derselben zur Bildung der ersten cyklischen Kammer vollzieht sich also in der Verlängerung der Axe des geradlinigen Wachsthums. Mit der Neubildung von cyklischen Kammern wird hier die ursprünglich noch vorhandene Einschnürung rasch ausgeglichen und der Umriss der Schale nahezu kreisförmig. Noch ist zu erwähnen, dass mit dem Uebergang des ursprünglich spiraligen Wachsthums ins geradlinige die Umfassung der früheren Windungen durch die neugebildeten Kammern allmählich gänzlich aufhört, womit sich gleichzeitig auch die Höhe der neugebildeten Kammern (im Sinne der Windungsaxe) verringert, so dass die Schale nach dem Rande hin dünner wird und die Porenreihen auf den Scheidewänden sich verringern, während der spiralige Anfangstheil der Schale knopfartig hervorsteht.

In noch viel vorzüglicherer, jedoch jedenfalls principiell übereinstimmender Weise tritt das cyklische Wachsthum bei der nächstverwandten Gattung Orbitolites hervor (VI. 1). Das wichtigste Charakteristikum dieser Gattung gegenüber Orbiculina besteht in der sehr frühzeitigen Ausbildung der cyklischen Wachsthumsweise, indem hier bei Orbitolites gewöhnlich auf eine recht ansehnliche Embryonal-

kammer (VI. 1 E, a), die von einer dieselbe zur Hälfte oder nahezu völlig umfassenden, ansehnlichen und nur zuweilen durch eine senkrechte Scheidewand theilweis untergetheilten zweiten Kammer umgeben wird (b), sogleich die kreisförmig geschlossenen Reihen von kleinen Orbiculina-artigen Kämmerchen folgen. Indem sich zahlreiche weitere derartige Cyklen von Kämmerchen beim Weiterwachsthum ausbilden, wird die Schalengestaltung sehr bald eine scheibenförmige mit ganz regulär kreisförmigem Umriss (VI. 1 A). Da ferner im Gegensatz zu Orbiculina die jüngeren Cyklen allmählich an Höhe (im Sinne der Windungsaxe) zunehmen, so verdickt sich die Scheibe nach den Rändern zu mehr oder minder regelmässig, so dass die Flachseiten der Scheibe schwach concav ausgehöhlt erscheinen (VI. 1, B—D), oder doch wenigstens im Centrum eine derartige concave Aushöhlung und starke Verdünnung der Scheibe aufweisen (im Gegensatz zu der knopfartigen Verdickung bei Orbiculina). Die ursprüngliche Herleitung dieser cyklischen Wachsthumsweise aus der spiraligen lässt sich jedoch zuweilen noch, wenn auch nicht so charakteristisch wie bei Orbiculina, bei gewissen fossilen Orbitoliten nachweisen (auch bei dem recenten Orb. tenuissimus*) soll sich dieses Verhalten zum Theil zeigen), indem die ersten Kämmerchenreihen nicht als geschlossene Cyklen hervortreten, sondern sich wie bei Orbiculina auf die Untertheilung von spiralig angeordneten primären Kammern zurückführen lassen, welche jedoch hier sehr bald in das cyklische Wachsthum übergehen. Die feineren Bauverhältnisse der kreisförmigen Kämmerchenreihen zeigen auch bei Orbitolites eine ziemliche Mannigfaltigkeit der Bildung, die zur Unterscheidung von einfachen und complicirt gebauten Formen geführt hat. Bei den ersteren (VI. 1, A u. B) besitzen die Kämmerchen die einfache Bildung wie bei Orbiculina und eine verhältnissmässig geringe Höhe; jedes der Kämmerchen steht mit den benachbarten desselben Cyklus durch eine Verbindungsröhre in Communication, während die Verbindung der Kämmerchen der aufeinanderfolgenden Cyklen durch radiale Röhrchen, die von jenen erstgenannten Verbindungsröhrchen entspringen und in die alternirend gestellten Kämmerchen des nächst jüngeren Cyklus münden, vermittelt wird (VI. 1, A, c). Auf der peripherischen Randfläche der Scheibe tritt so eine Reihe von Mündungsporen hervor, welche die Ausmündungsstellen solcher radialen Röhrchen darstellen und über denen sich in der Folge die Kämmerchen eines neuen Cyklus bilden werden (VI. 1, A, d). Bei den complicirter gebauten Formen hingegen (VI. 1, C u. D) beginnen die cyklischen Kämmerchenkreise im Centrum der Scheibe in ähnlich einfacher Weise, gehen jedoch, indem die Höhe der Kämmerchen rasch zunimmt, früher oder später in complicirtere Bildungsverhältnisse über. Zunächst nämlich treten statt der einfachen cirkulären Verbindungsröhren zwischen den Kämmerchen der einzelnen Cyklen zwei solcher Verbindungsröhren auf, die nahe an die Ober- und

*) Carpenter etc. Proc. roy. soc. XVIII. u. Brady 115 II.

Unterfläche der Scheibe rücken (V. 4, h^1h^1). Gleichzeitig sondern sich hiermit die jenseits dieser cirkulären Verbindungsröhren den Scheibenflächen anliegenden Theile der Kämmerchen von dem mittleren Abschnitt ab, so dass durch diese Sonderung die peripherischen Scheibentheile wie aus 3 Kämmerchenlagen zusammengesetzt erscheinen: nämlich einer mittleren, die nach aussen rasch an Höhe anwächst und zwei oberflächlichen (c^1), die sich auf der gesammten Scheibe nahezu in gleicher Höhe erhalten (VI. 1 D). Unter sich stehen die jedem Cyklus entsprechenden 3 Kämmerchenlagen (wenigstens bei den typischen Exemplaren) in Verbindung durch Vermittlung der beiden cirkulären Verbindungsröhren jedes Cyklus, indem sich die Kämmerchen der mittleren Lage direct (gewissermaassen wie Communikationskanäle) zwischen den beiden cirkulären Röhren ausdehnen, wogegen die oberflächlichen Kämmerchen so geordnet sind, dass sich ein Cyklus von ihnen zwischen zwei aufeinanderfolgende cirkuläre Verbindungsröhren einschiebt und jedes der oberflächlichen Kämmerchen sich durch je ein feines Verbindungsröhrchen mit diesen beiden cirkulären Verbindungsröhren in Communikation setzt. Die hohen Kämmerchen der mittleren Lage sind wie die der einfachen Formen alternirend gestellt in den aufeinanderfolgenden Cyklen (V. 4, c) und es stehen auch die der benachbarten Cyklen in Communikation durch feine Verbindungsröhren, die von jedem Kämmerchen der mittleren Lage in verschiedener, meist jedoch recht beträchtlicher Zahl (je nach der Höhe derselben) alternirend nach rechts und links hin entspringen und sich zuden beiden alternirend gestellten Kämmerchen des folgenden Cyklus begeben (c u. e^1). Auf dem peripherischen Rand der Scheibe münden die entsprechenden Verbindungsröhrchen des letzten Cyklus der mittleren Lage in Gestalt zahlreicher in mehr oder weniger regelmässigen senkrechten Reihen neben einander gestellter Poren aus (f). Ueberhaupt ist jedoch die Regelmässigkeit in der Bildung der mittleren Kämmerchen keine sehr grosse; häufig nehmen sie zum Theil eine recht unregelmässige Gestaltung an und in Verbindung hiermit bilden sich accesorische, zum Theil gleichfalls recht unregelmässig beschaffene Communikationen zwischen den benachbarten Kämmerchen aus. Im Gegensatz hierzu stehen die Kämmerchen der oberflächlichen Lagen unter einander in keiner directen Communikation und die der aufeinanderfolgenden Cyklen alterniren auch nicht mit einander. In Betreff der Zahlenverhältnisse besteht keine Beziehung zwischen den Kämmerchen der mittleren und der oberflächlichen Lagen, stets jedoch sind die letzteren an Zahl viel reichlicher wie die ersteren, so dass ca. 3—4 in jeder oberflächlichen Lage auf 1 Kämmerchen der mittleren Lage kommen.

Aus dieser Schilderung der Bauweise der complicirten Formen dürfte hervorgehen, dass eine so directe Ableitung derselben von den einfachen, wie sie oben der Einfachheit der Darstellung wegen gegeben worden ist und wie sie Carpenter darzustellen versucht, in der Natur nicht begründet erscheint. Die Herleitung der complicirten Formen aus den einfachen scheint sich vielmehr in der Weise vollzogen zu haben,

dass sich allmählich die mittlere Kämmerchenlage zwischen die beiden Hälften der ursprünglich einfachen Kammern eingeschaltet hat und im wesentlichen darauf zu beruhen, dass sich mit der Ausbildung der zwei gesonderten cirkularen Verbindungsröhren und ihrer weiten Trennung von einander ein System von Verbindungsröhren (die Kämmerchen der mittleren Lage) entwickelt hat. Hiernach würden also die oberflächlichen Kammerlagen eigentlich den Kämmerchen der einfachen Form entsprechen, jedoch zeigen sie durch ihre abweichenden Stellungsverhältnisse (nicht alternirend in den aufeinanderfolgenden Cyklen) sich gleichfalls etwas verschieden von dem Verhalten bei den einfach gebauten Formen. Nach Carpenter sollen sich jedoch zahlreiche Uebergangsformen zwischen dem einfachen und dem complicirten Typus finden, die hier näher zu schildern der Raum gebricht, so dass gleichwohl eine nähere Beziehung zwischen diesen beiden zu existiren scheint, wenn auch durch die bis jetzt vorliegenden Schilderungen der morphologische Zusammenhang derselben keineswegs völlig aufgeklärt scheint.

Von Interesse erscheinen einige morphologische Besonderheiten im Schalenbau gewisser Orbitoliten. So wird zuweilen (namentlich bei gewissen fossilen durch Gümbel*) näher bekannt gewordenen Formen) das Dickenwachsthum der Randzone ein abnorm starkes, so dass dieselbe zu einem dicken ringförmigen Wulst auswächst (Orbitolites circumvalvata Gmb.). Auf ähnliche abnorme Wachsthumsvorgänge in der Randregion der Scheibe dürfen auch die recenten Formen des complicirten Typus zurückgeführt werden, bei welchen die Randpartie der Scheibe eine krausenartige Faltung zeigt und woran sich dann schliesslich die eigenthümlichsten Formen anreihen, wo sich von der Höhe dieser Falten, hauptsächlich auf der einen Seite der Scheibe, senkrechte leistenartige Auswüchse von ziemlicher Höhe entwickeln (V. 5); indem sich die Enden dieser Leisten brückenförmig zusammenneigen, können sie schliesslich mit einander verwachsen und der Art durch weitergehende Entwicklung in dieser Richtung ein netzartiges durchbrochnes Dach über der einen Seitenfläche der Scheibe bilden.

Einen besondern Typus der morphologischen Entwickelung weist noch unter den Imperforaten die Gattung Alveolina auf (V. 2a—b), die in gewisser Hinsicht, nämlich durch die Untertheilung der primären Kammerräume, an die soeben genauer geschilderten Formen sich anschliesst, dagegen in dem allgemein morphologischen Typus ihres Schalenbaues unter den Imperforaten kein eigentliches Ebenbild hat. Dagegen finden sich unter den Perforaten und zwar in der Abtheilung der Nummuliniden eine Anzahl um die Gattung Fusulina sich gruppirender Formen, die in Bezug auf die allgemeinen Gestaltsverhältnisse am meisten an den jetzt zu besprechenden Typus der Imperforaten sich anschliessen, wenn auch die feineren Bauverhältnisse hier ebenso wenig an eine

*) Jahrb. f. Mineral. u. Geol. 1872.

genetische Zusammengehörigkeit denken lassen, als dies bezüglich der nach cyklischem Wachsthum sich entwickelnden Formen der Imperforaten und der Perforaten der Fall ist.

Die zunächst ins Auge fallende Eigenthümlichkeit dieses Genus, welche dasselbe auch mit den soeben erwähnten Fusuliniden unter den Perforaten gemein hat, ist die meist langgestreckte, etwa ei- bis spindelförmige Gestaltung, welche in beiden Fällen auf den gleichen Bedingungen beruht. Wir haben es hier nämlich mit symmetrisch spiralig aufgerollten Schalen von völliger Involubilität zu thun, bei welchen die Umgangshöhe im Allgemeinen eine recht geringe ist und auch nur sehr allmählich zunimmt (siehe den Querschnitt V. 2 b). Besonders ansehnlich stark sind dieselben hingegen in der Richtung der Windungsaxe verlängert, sodass bei Alveolina die Länge der Windungsaxe wenigstens dem Durchmesser der Schale (in der Windungsebene gleichkommt, und die Gestalt der ganzen Schale der Art nahezu oder völlig kugelförmig wird; gewöhnlich übertrifft jedoch die Länge der Windungsaxe den erwähnten Durchmesser sehr beträchtlich und damit wird die Schalengestalt eine verlängert eiförmige bis spindelförmige, ja sogar cylindrische (V. 2 a). Die feineren Verhältnisse der inneren Organisation zeigen auch bei diesem Formtypus einen verschiednen Grad von Complication, ähnlich wie wir solches schon von Orbitolites kennen gelernt haben. Bei den einfacheren, fossilen Formen wird jeder Umgang durch eine Anzahl primärer Septen, die jedoch im Ganzen wenig entwickelt sind, in eine mässige Zahl von primären Kammern getheilt. Dieselben haben im Zusammenhang mit der allgemeinen Configuration der Schale eine niedere, jedoch in der Richtung der Windungsaxe sehr verlängerte bandförmige Gestalt. Die Septalflächen und die Endfläche der letzten Kammer haben natürlich eine entsprechende Gestaltung; sie besitzen nur eine sehr geringe Höhe, dagegen eine Länge, die von dem einen Pol der Schale bis zu dem andern reicht. Jede Primärkammer wird durch eine grosse Anzahl secundärer, senkrecht zur Windungsaxe verlaufender Septen in zahlreiche ziemlich schmale, langgestreckte secundäre Kämmerchen getheilt, jedoch bleiben an ihrem Hinterende sämmtliche secundäre Kämmerchen durch einen parallel der Windungsaxe in jedem primären Kammerabschnitt ziehenden, dicht unter der äussern Oberfläche verlaufenden Kanal in Verbindung. Auf der Endfläche der letzten Kammer münden, wie zu erwarten, die secundären Kämmerchen je durch einen Mündungsporus aus, so dass die Gesammtheit dieser Poren in einer Reihe etwa längs der Mittellinie der Mündungsfläche hinzieht. Zuweilen tritt jedoch auch hier schon eine Vermehrung der Mündungsporen jedes Kämmerchens zu zweien auf und eine noch reichere Vermehrung dieser Poren in Zusammenhang mit weiteren inneren Complicirungen charakterisirt nun die complicirter gebauten recenten Alveolinen (V. 2). Bei diesen letzteren finden wir, dass jedes der secundären Kämmerchen der einfachen Form durch das Auftreten von Septen 3. Ordnung (V. 2^{b} d—d_2), die in der 2—5 Zahl vorhanden sein können (jedoch

gewöhnlich in der Dreizahl jedes Kämmerchen durchziehen) in weitere und zwar röhrige Kämmerchen 3. Ordnung zerlegt wird ($e—e_3$), von denen nun jedes auf der Septal- oder Mündungsfläche durch einen besonderen Porus nach Aussen mündet, so dass sich hier auf der Mündungsfläche zahlreiche vertikale Reihen von gewöhnlich je 4 Poren neben einander finden (V. 2a). Diese tertiären Septen theilen jedoch die Kämmerchen 2. Ordnung nicht völlig, sondern lassen in jedem den hintersten Abschnitt ungetheilt (2b, f), durch welchen, wie durch eine radiale Verbindungsröhre, die 4—5 Kämmerchen 3. Ordnung in Verbindung stehen. Unter sich stehen jedoch diese hintern Reste der secundären Kämmerchen jeder Primärkammer gewöhnlich durch 2 longitudinal, parallel der Windungsaxe, verlaufende Kanäle (2b, c u. b) in Communikation. Zu bemerken dürfte noch sein, dass die oberflächlichsten Kämmerchen 3. Ordnung in viel grösserer Zahl neben einander in jeder Primärkammer zu finden sind, wie die tiefer liegenden, wodurch die oben gegebene und im Interesse des leichteren Verständnisses gewählte Art der Ableitung dieser complicirten Formen von den einfachen ähnlich wie bei Orbitolites etwas unsicher wird. Es erinnert aber gerade diese Kleinheit und die entsprechende grössere Zahl der oberflächlichen Kämmerchen an ähnliche Verhältnisse bei Orbitolites.*)

Neuerdings wurde von v. Möller (116) eine fossile Foraminiferengattung unter dem Namen Fusulinella aus dem Kohlenkalk beschrieben, die sich in allen ihren Bauverhältnissen auf das innigste an die schon erwähnten perforirten Fusuliniden anschliesst, unter anderem auch ein sogen. Kanalsystem aufweist, wie solches bei keiner Gattung der Imperforaten bis jetzt gefunden wurde. Nach v. Möller soll jedoch diese Gattung Fusulinella sich durch die fehlende Perforirung der Schalenwände von den eigentlichen Fusuliniden unterscheiden und daher zu den Imperforata zu rechnen sein. Trotz der Güte der v. Möller'schen Untersuchungen können wir doch unsere Zweifel an der Richtigkeit seiner Beobachtung nicht unterdrücken, um so mehr, als auch die Zugehörigkeit der übrigen Fusuliniden zu den Perforaten erst sehr allmählich festgestellt wurde. Wir werden daher erst späterhin bei der Besprechung der Fusuliniden auf die Besonderheiten dieses Genus zurückkommen.

$\gamma.^2$ Morphologische Verhältnisse der hauptsächlichsten Typen der polythalamen Perforata.

Während uns die Betrachtung der Formtypen der Imperforaten mehrfach Gelegenheit gegeben hat, den Uebergang des ursprünglich spiraligen Wachsthums in das geradlinig gestreckte zu verfolgen, bieten uns die

*) Carpenter (74, p. 104) glaubt zwischen den Orbiculinen und Alveolinen eine nahe Verwandtschaft annehmen zu dürfen, indem sich die letztern aus den erstern durch entsprechende Aenderung der allgemeinen Gestaltung leicht ableiten liessen. Gegen diese Beziehung dürften sich jedoch gegründete Bedenken erheben lassen, da die secundären Septen der Orbiculinen mit denen der einfachen Formen der Alveolinen, die doch hier zunächst in Betracht kommen, der Lage nach gar nicht übereinstimmen, wie sich solches durch einige Ueberlegung leicht ergibt. Während diese secundären Septen bei Orbiculina parallel zur Windungsaxe gestellt sind, verlaufen sie dagegen, wie oben hervorgehoben, bei Alveolina senkrecht zu dieser, womit meiner Ansicht nach ein recht principieller Unterschied zwischen beiden Formen gegeben ist.

jetzt zunächst in Betrachtung zu ziehenden einfachsten morphologischen Bildungsverhältnisse der Perforata, die wir in der Abtheilung der Lagenida, jedoch auch z. Th. ähnlich in der der Globigerinida antreffen, Gelegenheit, uns davon zu überzeugen, dass auch die morphologischen Umbildungsverhältnisse in umgekehrter Weise ihren Verlauf nehmen können, dass nämlich ein ursprünglich gestreckt geradliniges Wachsthum durch Einkrümmung in ein spiraliges sehr allmählich überführen kann. Aus den uns früher schon bekannt gewordenen einfachsten monothalamen Formen der Perforaten, die in der Gattung Lagena (einschliesslich Entosolenia) zusammengefasst werden, gehen nämlich in sehr natürlicher und einfacher Weise eine Reihe sehr nahe mit einander verwandter polythalamer Formen hervor, die von Carpenter sämmtlich dem Genus Nodosarina eingereiht werden. Im Allgemeinen vollzieht sich die Bildung solcher polythalamer Formen, ausgehend von der monothalamen Lagena, in der uns schon von den Imperforaten her bekannten Weise, indem sich nämlich über die Mündung einer einfachen Kammer eine neue aufsetzt, so dass die hintere nicht mit eigenen Schalenwandungen versehene Partie dieser neuen Kammer durch den überdeckten Theil der alten ihren Abschluss erhält und die Mündungsöffnung der ersten Kammer in den Hohlraum der zweiten führt. Der von der neuen Kammer überdeckte Theil der Wandung der ersten fungirt nun als Scheidewand zwischen beiden Kammern. Dass die Ableitung solcher polythalamen Formen von dem monothalamen Geschlecht Lagena gerechtfertigt ist, ergibt sich aus gelegentlich bei gewissen Formen des letztern auftretenden Doppelbildungen, die ganz einen solchen Typus der Kammervermehrung darstellen. In dieser Weise können sich eine mehr oder minder grosse Anzahl von Kammern zur Bildung einer derartigen polythalamen Form aneinanderreihen, jedoch bieten sich im speciellen zahlreiche, durch besondere Wachsthumsbedingungen und Gestaltungsverhältnisse hervorgerufene Modifikationen dar.

Die einfachsten Verhältnisse treffen wir zunächst bei einer Reihe von Formen an, bei welcher die Kammern so aufeinander aufgesetzt sind, dass die Axen sämmtlicher monaxoner Einzelkammern zusammen eine gerade Linie, nämlich die Hauptaxe der ganzen polythalamen Schale bilden. Im Allgemeinen wird die Gestalt einer solchen Schale, als deren typischer Vertreter die Gattung Nodosaria (in weiterem Sinne) zu betrachten ist, eine gestreckte, stabförmige sein (VIII. 14), jedoch geht dieselbe häufig über in eine mehr kegelförmige, wenn nämlich die jüngeren Kammern an Grösse mehr zunehmen; und durch besondere Gestaltungsverhältnisse der einzelnen Kammern, sowie ihr gegenseitiges Verhalten, werden noch eine grosse Zahl specieller Modifikationen hervorgerufen. Bleiben die Einzelkammern nahezu kugelig, indem sie sich gegenseitig nur wenig umfassen, so dass die Grenzen oder Nähte zwischen ihnen ziemlich vertieft erscheinen, so sehen wir die wesentlichsten Eigenthümlichkeiten der Gattung Nodosaria vor uns. Natürlich ist bei der regulären Gestaltung der Einzelkammern hier die Mündung auch eine rundliche und genau axial gelegene (VIII. 14e).

Variationen in der Form sind hier hauptsächlich durch innigeres Zusammenrücken der einzelnen Kammern oder aber durch Auseinanderrücken derselben gegeben, was in der Weise zu Stande kommt, dass, ähnlich wie dies bei der monothalamen Lagena gewöhnlich, jede Einzelkammer eine die Mündung tragende halsartige Röhre entwickelt und die folgenden Kammern nur auf diese Halsröhren aufgesetzt sind, so dass demnach die Gesammtgestalt einer solchen Nodosaria ein perlschnurartiges Aussehen darbietet.

Durch einfache Modifikation der Gestaltung der Einzelkammern sehen wir aus Nodosaria die als Lingulina bezeichneten Formen hervorgehen (VII. 23), indem nämlich die Kammern ihre kugelige Form mit einer parallel der Hauptaxe comprimirten vertauschen und gleichzeitig auch die axenständige Mündung entsprechend der Comprimirung der Schale eine in die Länge gezogene, schlitzförmige wird (VII. 23 b). Rücken die Kammern inniger aufeinander als dies bei Nodosaria der Fall ist, so dass jede jüngere ungefähr die Mündungshälfte der nächst ältern umfasst, so entstehen kürzere, mehr oder weniger eiförmige Gestalten, indem die umfassenden jüngeren Kammern verhältnissmässig rasch anwachsen müssen (VII. 25). Für solche Formen wurde von d'Orbigny der Name Glandulina aufgestellt. Bei der Gattung Frondicularia umfassen sich hingegen die Kammern nahezu völlig oder völlig und die eigenthümliche Form dieser Gattung wird noch weiter durch eine sehr starke Comprimirung parallel der Hauptaxe bestimmt, wodurch die Gesammtgestalt blattartig wird (VII. 26). Auch eine vier- oder dreiseitig-prismatische Gestaltung der einzelnen Kammern ist bei der Gattung Orthocerina d'Orb. anzutreffen und da die Kammern sehr dicht zusammengerückt sind, wird die Gesammtgestalt der Schale hier eine drei- bis vierseitig pyramidale.

Bemerkenswerthere Modifikationen des allgemeinen Typus entstehen jedoch dadurch, dass die Hauptaxe, längs welcher die Kammern gruppirt sind, ihren geradlinigen Verlauf aufgiebt und eine mehr oder minder ausgeprägte Einkrümmung aufweist, welche schliesslich bis zu regulär spiraliger Einrollung führt. Die ersten Anfänge einer solchen Einkrümmung sehen wir in dem Genus Dentalina realisirt, dessen Formen sich im Allgemeinen aufs innigste an Nodosaria anschliessen, im wesentlichen nur durch eine schwache, bogenförmige Krümmung der Hauptaxe unterschieden. In Verbindung hiermit steht die fast stets excentrische Lage der Mündung, die der concaven Einkrümmungsseite der Schale genähert ist. Aehnlich wie seitlich comprimirte nodosariaartige Formen sich finden (Lingulina), sehen wir auch solche von Dentalina-artigem Bau auftreten, sie sind durch die Benennung Vaginulina d'Orb. ausgezeichnet worden. Ist mit einer solchen Vaginulina-artigen Gestaltung eine sehr langgestreckte über einen ansehnlichen Theil der convexen Schalenseite sich hinziehende, schlitzförmige Mündung verbunden, so gilt die Bezeichnung Rimulina d'Orb. (VII. 24).

Geht die Einkrümmung der Hauptaxe in völlig spiralige Aufrollung über, so entsteht das Genus Cristellaria (VII. 27; VIII. 10). Jedoch scheint dies nicht unmittelbar aus den seither beschriebenen Formen hervorzugehen, sondern durch Einschaltung einer vermittelnden Uebergangsstufe, welche durch das Geschlecht Marginulina repräsentirt wird. Bei letzterem sehen wir die ältesten Kammern spiralig eingerollt oder doch stark eingekrümmt, während die jüngeren in ein schwach gebogenes, Dentalina-artiges Wachsthum übergehen. Eine starke seitliche Comprimirung zeichnet diese Form wie die völlig spiralige Cristellaria aus und macht die bilaterale Bildung der Schale, die sich schon in der Einkrümmung ausspricht, noch hervorstechender. Wie bei Dentalina treffen wir auch hier die Mündungen nicht mehr central, axenständig auf den Einzelkammern (speciell der letzten Kammer, wo sie frei hervortritt) an, sondern excentrisch. Jedoch zeichnet sich die Mehrzahl der hierhergehörigen Formen durch eine entgegengesetzte Verschiebung der Mündung aus; dieselbe ist nämlich hier bei Marginulina wie Cristellaria an die convexe Krümmungsseite der Schale verschoben, wo sie meist etwas zugespitzt hervortritt (VIII. 10, o). Wie bei Dentalina und Cristellaria verlaufen auch bei Marginulina die Kammernähte (oder Septalgrenzen) sehr schief zur Hauptaxe (resp. Spiralaxe bei Cristellaria), ein Umstand, der wohl mit der excentrischen Verlagerung der Mündung im Zusammenhang steht.

Wie gesagt, ist bei Cristellaria die spiralige Einrollung eine völlige geworden; die einzelnen Umgänge sind verhältnissmässig stark involut (VII. 27). Charakteristisch ist die schon erwähnte Lagerung der kleinen gewöhnlich rundlichen Mündung. Obgleich meist rundlich gestaltet, nimmt sie doch z. Th. auch die Form eines Schlitzes an, ja wird auch länglich dreieckig (eine Mündungsform, die den wesentlichsten Charakter des Untergenus Robulina darstellt, das jedoch kaum von den eigentlichen Cristellarien mit einiger Schärfe zu scheiden ist).

Die mannigfachen Modifikationen der Cristellariagestalt, die sich durch sehr wechselnde äussere Verzierungen (VII. 27) und dergleichen entwickeln, können hier nicht Gegenstand unserer Betrachtung sein.

Doch auch in anderen der oben kurz charakterisirten nodosaria-artigen Formtypen macht sich z. Th. eine Marginulina-ähnliche Neigung zur spiraligen Einrollung des Anfangstheiles der Schale geltend; so unterscheidet Reuss einen sogen. Mischtypus Lingulinopsis, der sich von der oben erwähnten Form Lingulina durch cristellaria-artige Einrollung der Anfangskammern herleitet, und in ähnlicher Weise verhält sich die d'Orbigny'sche Gattung Flabellina (VII. 26) zu der schon charakterisirten Frondicularia.

Nach ihrer Bauweise schliessen sich den nodosaria-artig entwickelten Formen jedoch auch eine Anzahl, z. Th. erst in neuerer Zeit bekannt gewordener Rhizopoden mit sandiger Schale an, die früher wenigstens theilweise den Geschlechtern Lituola und Trochammina zugesellt wurden und auch jetzt gewöhnlich noch in näheren Anschluss an dieselben ge-

bracht werden. Ueber ihre Zugehörigkeit zu den Imperforaten oder Perforaten scheint mit Sicherheit noch keine Entscheidung gegeben werden zu können, obgleich sie, wie erwähnt, gewöhnlich als imperforirt betrachtet werden. Von ganz nodosaria-artigem Bau erscheinen die Geschlechter Reophax Montf. (emmend. Brady 117 I.), Haplostiche Reuss und Hormosina Brady (V. 14, 15). Die beiden erst erwähnten Geschlechter besitzen äusserlich eine rauhe, sandige Oberfläche und werden daher von den englischen Forschern dem Genus Lituola näher angeschlossen, während Hormosina wegen ihrer geglätteten Schalenoberfläche dem proteischen Genus Trochammina P. u. J. angereiht wird. Haplostiche unterscheidet sich von Reophax durch eine labyrinthische Kämmerchenbildung in den Hauptkammern in ähnlicher Art, wie sich die früher erwähnte Gattung Lituola von Haplophragmium unterschied. In ähnlicher Weise wird denn auch die bei Reophax einfache Mündung bei Haplostiche häufig dendritisch bis zusammengesetzt. Auch die bis jetzt nur fossil gefundene sandige Gattung Nodosinella Brady (105) zeigt eine ziemliche Aehnlichkeit in ihren Wachsthumsverhältnissen, ist jedoch bis jetzt noch sehr wenig genau bekannt. Schliesslich dürften ihrer Bauweise nach (abgesehen von ihrer wahren systematischen Stellung) hier auch noch angereiht werden die polythalamen Formen des Genus Saccammina Sars (V. 13b), die aus einer Anzahl von spindel- bis birnförmigen Kammern bestehen, welche kurze Röhrchen mit einander in Verbindung setzen (ähnlich wie dies auch bei gewissen Nodosarien der Fall ist), und eine gerade oder wenig gebogene polythalame, perlschnurartige Schale bilden. Es darf wohl mit Recht vermuthet werden, obgleich hierüber die bis jetzt vorliegenden Untersuchungen der Sacc. Carteri und Schwageri, die nach diesem Typus gebaut sind, keinen Aufschluss geben, dass die Schale auch hier ihr Wachsthum mit einer einmündigen Kammer ähnlich Nodosaria beginnt, und die gewöhnlich gefundenen doppelmündigen Einzelkammern (13a) nur von dem Zerfall der vielkammerigen Schalen herrühren.

Im Anschluss an die nodosaria-artig gebauten Schalen sei hier kurz noch einiger sehr eigenthümlicher Formtypen gedacht, die sich bis zu einem gewissen Grade hier anzureihen scheinen, obgleich über ihre wahren Beziehungen durch die Besprechung an diesem Ort kein Urtheil abgegeben werden soll. Zunächst ist es die nur fossil bekannte Gattung Ellipsoidina Segu., deren wir hier zu gedenken haben und deren noch nicht völlig aufgeklärter Bau sich vielleicht in der Weise kurz versinnlichen lässt, dass man eine Anzahl an Grösse ziemlich rasch zunehmender eiförmiger, lagenaartiger Kammern sich vollständig successive einhüllend denkt, so dass die aboralen Polflächen der in einander steckenden Kammern ziemlich dicht bis zur Berührung aneinander gelagert sind, wogegen die vorderen durch weitere Abstände getrennt werden. Unter einander stehen jedoch die Vorderenden der Kammern durch eine axial verlaufende, säulenartige Bildung in Verbindung, die sich nicht etwa als Homologon der röhrenförmig ausgezogenen Mündung der Lagenen und gewisser Nodosarien

betrachten lässt, sondern als ein besonderer, häufig wenig solider Einwuchs des oralen Pols der respectiven Kammern. An der Basis jedes zwischen zwei Kammern ausgespannten Säulenstücks findet sich ein diese Basis halbkreisförmig umgreifender Mündungsschlitz, der häufig noch durch zwischen seinen Rändern sich ausspannende Querbrücken in eine Anzahl von secundären Oeffnungen getheilt wird.

Auch die erst in neuerer Zeit auch im recenten Zustand gefundene Gattung Chilostomella Reuss besteht aus einer Anzahl eiförmiger, sich völlig einhüllender und mit ihren Axen nahezu oder völlig zusammenfallender Kammern. Jede neue Kammer wächst hier mit ihrem Mündungsende so an dem aboralen Pol der vorhergehenden fest, dass eine gewisse, ziemlich schief umschriebene Fläche dieses Pols der älteren Kammer unbedeckt bleibt. Die Mündung ist ein halbkreisförmig die Schale umfassender Schlitz an jener Verwachsungsstelle, der eben dadurch entsteht, dass hier keine Verwachsung der Wand der jüngeren Kammer mit der der älteren stattfindet. Aus den geschilderten Wachsthumsvorgängen der Schale ergibt sich natürlich, dass ähnlich, wie wir dies bei den Miliolinen unter den Imperforaten gesehen haben, die Mündung der aufeinanderfolgenden Kammern abwechselnd nach dem einen und dem andern Pol der Axe schauen, wie denn überhaupt die allgemeinen Bildungsverhältnisse dieser Perforaten sich sehr innig an die für das angebliche Miliolidengenus Uniloculina*) geltend gemachten anschliessen.

Etwas modificirt erscheint dieselbe Bauweise in dem nächst verwandten Geschlecht Allomorphina Reuss, hier bleibt die Umfassung der Kammern unvollständig, so dass äusserlich die 3 jüngsten, ähnlich wie bei Triloculina, sichtbar sind; wie denn überhaupt die allgemeine Kammeranordnung dieser Gattung ebenso Triloculina zu entsprechen scheint, wie für Chilostomella eine derartige Analogie zu Uniloculina wahrscheinlich wurde.

In naher Beziehung zu den früher besprochenen Nodosarinen und daher von Carpenter und den übrigen englischen Forschern mit denselben in der Abtheilung der Lagenideen vereinigt, stehen zwei Gattungen, die uns zum ersten Male einen weiteren Formtypus der polythalamen Schalenbildung vorführen, nämlich die Aufrollung der Kammern nicht in einer symmetrischen, sondern in einer asymmetrischen Spirale oder, besser ausgedrückt, in einer schraubenförmigen Spirallinie. Es sind dies die hauptsächlich wegen der feineren Bauverhältnisse ihrer Schalenwände, sowie ihrer Mündung als Verwandte der Nodosarinen zu erkennenden Gattungen Uvigerina und Polymorphina (VII. 31, VIII. 4). Bei beiden sind die Kammern in einer hohen Schraubenspirale aufgerollt, so dass die Gesammtgestalt eine gewöhnlich ziemlich langgestreckt kegelförmige bis ovoide wird. Stets bleibt die Zahl der auf einen Umgang kommenden Kammern eine nur geringe. Bei Uvigerina (VII. 31) treffen wir gewöhnlich 3 ziemlich kugelige, nodosaria-artige Kammern in einem Umgang an, so dass,

*) Vergl. hierüber den system. Abschn.

da die entsprechenden Kammern der aufeinanderfolgenden Umgänge sich reihenweis übereinander ordnen, eine mehr oder minder regelmässige dreizeilige Anordnung resultirt. Die nahe Beziehung dieser Formen zu den Nodosarien ergibt sich auch aus den nicht seltenen Uebergängen zu zweizeiliger und einzeiliger Anordnung der jüngeren Kammern (gewöhnlich als Sagrina d'Orb. bezeichnete Formen).

Bei Polymorphina (VIII. 4), einem äusserst formenreichen und vielgestaltigen Geschlecht, ist die Anordnung der ziemlich schief zur Schraubenaxe gestellten Kammern gewöhnlich eine mehr oder minder deutlich zweizeilige. Die Kammern sind bald ziemlich stark blasig angeschwollen und dann äusserlich schärfer gegen einander abgesetzt, oder indem die Einzelkammern sich nur wenig scharf von einander absetzen, bleibt die äussere Schalenfläche abgerundet ohne Septalfurchen. Die jüngeren Kammern greifen in verschiedenem Grad nach hinten auf die älteren über und zwar geschieht dieses Uebergreifen gewöhnlich in beiden Kammerreihen in verschiedenem Maasse, wodurch die ganze Schale etwas asymmetrisch wird; ja es kann die Umhüllung der älteren Kammern so weit gehen, dass nur die beiden jüngsten äusserlich sichtbar bleiben. —

Von morphologischem Interesse ist ein bei gewissen Formen von Polymorphina zu beobachtendes excessives Wachsthum der letzten Kammer. Bei Polym. concava Williamson wächst dieses keine Mündung zeigende letzte Segment in Gestalt einer ringförmigen ansehnlichen Scheibe um die ganze Schale in der Ebene der beiden Kammerreihen herum, so dass die nach gewöhnlichem Typus gebauten jüngeren Kammern gleichsam im Centrum dieser Scheibe eingelagert erscheinen. Bei Polym. d'Orbignyi Zborz.*) (VII. 37) hingegen entwickeln sich von der Mündungsgegend des letzten Segmentes röhrige Auswüchse, die nach hinten zu die Schale mehr oder minder völlig überwachsen und von denen, oder auch direct von dem letzten Segment mehr oder minder zahlreiche, sich frei erhebende, häufig sehr reichlich verästelte, dünnwandige Röhrchen entspringen. Bei reichlicher Entwickelung solcher verzweigter Röhrchen, welche die Schale mehr oder weniger umwachsen haben, erscheint dieselbe wie mit hirschgeweihartigen Auswüchsen bedeckt. Die Mündung des letzten Segmentes wird nicht selten durch solche Auswüchse ganz geschlossen, wogegen die frei sich erhebenden Röhrchen an ihren Enden z. Th. geöffnet und daher die Function der Mündung zu übernehmen im Stande sind, wenngleich es zwar den Anschein hat, dass sie ursprünglich blind geschlossen sich bilden und ihre Oeffnungen durch Zerbrechen der Enden entstehen. Eigenthümlich ist ferner, dass sich in den von den röhrigen Auswüchsen überzogenen Wänden der älteren Kammern Durchlöcherungen, zuweilen von ziemlicher Weite finden, die wohl ohne Zweifel durch nachträgliche Resorption der

*) Jedoch nur ein Sammelname für in ähnlicher Weise variirende Modifikationen zahlreicher Polymorphina-Arten. Vergl. hierüber Brady, P. u. J., Monogr. of the g. Polymorphina (s. unt. b. Polymorphina).

Kalkwände erzeugt werden. (Derartige Lochbildungen sind auch in den Wänden anderer Polymorphinen gar nicht sehr selten.) Auch die die einzelnen Kammern scheidenden Septen des Schaleninneren zeigen sich nicht selten stark rückgebildet bis fast gänzlich geschwunden, was wohl gleichfalls nur auf nachträgliche Resorption zurückzuführen sein dürfte. *)

Wie wir schon bei Uvigerina die ursprüngliche Anordnung zuweilen in eine einreihige übergehen sahen, so tritt dieser Fall auch bei polymorphina-artigen Formen auf, welche auf Grund dieses Verhaltens zu einem besonderen Geschlecht Dimorphina erhoben worden sind.

Ganz entsprechenden Wachsthumsverhältnissen und Schalengestaltungen, wie wir sie soeben bei den Gattungen Polymorphina und Uvigerina kennen gelernt haben, treten uns auch in einer grossen Mannigfaltigkeit der Ausführung bei der Gruppe der Textulariden unter der Abtheilung der Globigeriniden entgegen. Auch hier finden wir im Allgemeinen ein hoch schraubenspiraliges Wachsthum, was im Zusammenhang mit der Grössenzunahme der jüngeren Kammern den Schalen im Ganzen ein spitz kegelförmiges Aussehen gibt; und wie bei den letzthin besprochenen Geschlechtern der Lagenideen variirt die Zahl der auf jedem Umgang sich findenden Kammern in ziemlicher Ausdehnung, so dass wir zweizeilige, dreizeilige und schliesslich auch eine mehr oder minder regelmässige schraubenspiralige Anordnung, ohne den Ausdruck einer Reihenordnung der Kammern, antreffen. Die Gestaltungsverhältnisse zeigen sogar in den einzelnen Geschlechtern einen ziemlichen Spielraum für Modifikationen, so dass es meist eigentlich untergeordnet erscheinende Eigenthümlichkeiten, so namentlich die Gestaltungsverhältnisse der Mündung, sind, durch welche die einzelnen Formkreise gesondert werden.

Eine regulär zweizeilige und alternirende Anordnung der Kammern herrscht in dem Genus Textularia (im engeren Sinne); indem die Kammern ziemlich stetig anwachsen, wird die Gestalt der Gesammtschale eine kegel- oder keilförmige (VIII. 5), da sehr häufig die Schale in der Ebene der beiden Kammerreihen stark abgeplattet ist. Die Mündung hat eine für dieses und die verwandten Geschlechter ziemlich charakteristische Lagerung, sie ist nämlich nach der Schalenaxe gewendet und liegt dem Nahtrand an, welchen die zwei aufeinanderfolgenden Kammern der beiden Reihen bilden (VIII. 5a u. b). Indem sie diesem Nahtrand meist auf eine gewisse Ausdehnung folgt, zeigt sie gewöhnlich eine halbkreis- bis schlitzförmige Beschaffenheit. (In seltneren Fällen sehen wir sie jedoch auch auf die nach vorn gerichteten Endflächen der Kammern hinaufrücken,

*) Vergl. über diese Verhältnisse Alcock, Quart. journ. of microsc. sc. T. VII. p. 237, und Mem. of the litter. and philos. soc. of Manchester 1868 III. p. 241, sowie Brady, P. a. J., Transact. of Linn. soc. Vol. 27. p. 244.

ja sogar etwas röhrenförmig ausgezogen; auch eine labyrinthische und zusammengesetzte Beschaffenheit derselben wird z. Th. angegeben.)

Wie wir schon früher zu erwähnen Gelegenheit hatten, nehmen die Textularia-Arten sehr häufig Sand in ihre Schalenwände auf (wie dies überhaupt für die gesammte Gruppe dieser Formen mehr oder weniger gültig zu sein scheint). Ganz sandschalige Formen, von Textularia entsprechender Bauweise, hat Reuss durch den Namen Plecanium ausgezeichnet. An die eigentlichen Textularien schliessen sich aufs innigste Formen an, welche die ursprünglich zweireihige Anordnung der Kammern später mit einer einreihigen vertauschen; rein kalkschalige derartige Formen werden unter der Bezeichnung Gemmulina d'Orb. beschrieben, während die Mehrzahl der hierhergehörigen Formen eine ziemlich sandige Schale besitzen und als Bigenerina d'Orb. zusammengefasst werden. Auch eine sehr alte Form der Kohlenformation, die von Brady (105) den Namen Climacimma erhalten hat, zeigt einen sehr ähnlichen Bau, soll jedoch angeblich imperforirt sein. In die Reihe dieser sich an Textularia zunächst anschliessenden Formen gehören auch einige mit abweichend gebauter Mündung, so zunächst die Gattung Grammostomum Ehrbg., welche eine sehr stark comprimirte Textularia mit sehr schief zur Längsaxe gestellten Kammern darstellt, deren Mündung ein auf dem Vorderende der Kammern befindlicher und parallel der Compressionsebene laufender Schlitz ist. Etwas abweichender gestaltet sich der Bau bei der Gattung Pavonina (VIII. 13), deren Zugehörigkeit zu der hier besprochenen Gruppe erst neuerdings durch Brady (117 II.) festgestellt wurde. Wir haben hier eine bigenerina-artige Schale, deren Anfangskammern deutlich alternirend zweizeilig geordnet sind, während die sehr rasch in die Breite anwachsenden jüngeren Kammern in eine einzeilige Anordnung übergehen; gleichzeitig ist die Schale sehr stark textularia-artig comprimirt, so dass die Gesammtgestalt eine fächerartige wird. Statt einer einfachen Mündung finden wir auf der lang bandförmigen Endfläche der jüngsten Kammer eine Reihe von grossen Poren (13 b). In Bezug auf die allgemeineren Gestaltsverhältnisse und die Beschaffenheit der Mündung schliesst sich die d'Orbigny'sche Gattung Cuneolina sehr nahe an die eben erwähnte Pavonina an, obgleich ihr allgemeines Gestaltungsprincip ein wesentlich verschiedenes ist, indem wir es hier mit einer Textulariaform zu thun haben, die nicht im Sinne der gewöhnlichen Formen comprimirt ist, sondern in einer hierzu senkrechten Ebene, so dass demnach bei dieser breit fächerförmigen Cuneolina jede der Breitseiten von einer der Kammerreihen gebildet wird.

In nächster Beziehung zu den typischen Textularien stehen nun jedoch noch Formen, die statt einer zweizeiligen eine dreizeilige Anordnung der Kammern zeigen, es sind dies die zur Gattung Verneuilina d'Orb. gerechneten Formen, welche jedoch leicht in solche übergehen, bei welchen die jüngeren Kammern eine zweizeilige (Gaudryina d'Orb.) und sogar eine einzeilige Anordnung annehmen (Clavulina d'Orb. p. p.).

Ihren allgemeinen Formverhältnissen nach reiht sich die Gattung Bulimina (VII. 32) mit ihren Untergeschlechtern aufs innigste hier an und wird vorzugsweise durch Eigenthümlichkeiten der Mündung von den ähnliche Wachsthumsverhältnisse zeigenden textularia-artigen Formen unterschieden. Es sind hoch schraubenspiralige Formen, bei welchen eine 2—3 zeilige Anordnung der Kammern meist nur wenig deutlich ausgeprägt ist (Bulimina im engeren Sinne) oder aber eine zweizeilige Textularia-artige Anordnung ziemlich deutlich hervortritt (Virgulina d'Orb. und Bolivina d'Orb.). Wie gesagt, liegt das Hauptcharakteristikum in der Gestaltung der Mündung. Dieselbe ist wie bei den typischen Textularien auf der nach der Schalenaxe schauenden Fläche der Kammern angebracht und entweder rundlich oder meist schlitzförmig in der Richtung der Axe oder etwas schief zu ihr in die Länge gezogen. Dabei ist ihr vorderes Ende meist rundlich erweitert, so dass sie das Aussehen eines Komma's erhält. Die Mündungsränder, welche gewöhnlich etwas lippenförmig aufgeworfen sind, schieben sich mit ihren hinteren Abschnitten etwas übereinander, was gleichfalls für recht charakteristisch gelten darf. Bei den zur Gattung Bulimina (im engeren Sinne) gehörigen Formen macht sich zuweilen eine ziemliche Involubilität der Umgänge geltend, indem die abgeflachten hinteren Ränder der Kammern über die früheren Umgänge mehr oder weniger nach hinten sich hinüberlegen oder in stachelartige Fortsätze auswachsen.

Aehnliche allgemeine Formverhältnisse, jedoch in noch grösserer Breite schwankend, bietet auch die Gattung Valvulina dar (VII. 34. 35), die wegen ihrer im Alter stets sandigen Schalenbeschaffenheit früher zu den Lituolida Carpenter's gerechnet wurde. Hoch schraubenspiralige Formen von mehr bulimina-artigem Aussehen reichen sich hier die Hand mit niedergedrückten kreiselförmigen und den wesentlich verbindenden Charakter derselben bildet die Gestaltung der Mündung, die einen bogenförmigen Schlitz darstellt, dessen einer Rand mehr oder minder zungenförmig gegen den anderen vorspringt. Auch solche Formen können in einreihiges Wachsthum übergehen (VII. 36) und sind von d'Orbigny dann seinem Genus Clavulina zugerechnet worden.

Ein weiterer sehr eigenthümlicher Formtypus lässt sich von der Gattung Textularia herleiten, indem die Axe, um welche die Kammern zweizeilig alternirend geordnet sind, ihre gerade Streckung aufgibt und sich selbst spiralig oder flach schraubenspiralig einrollt. In dieser Weise gebildet sind die Genera Cassidulina d'Orb. (VIII. 6) und Ehrenbergina Reuss. (VII. 33), von welchen sich das letztere dadurch auszeichnet, dass bei ihm die spiralige Einrollung nur auf den älteren Schalentheil beschränkt ist, während der jüngere in gestrecktes Wachsthum übergeht.

Auch die zahlreichen übrigen Formen der Abtheilung der Globigerinida sind fast sämmtlich nach dem jetzt schon vielfach erörterten Schema der Schraubenspirale gebaut, jedoch dadurch von den seither besprochenen Formen abweichend, dass unter ihnen die niedere, flache Entwicklung

der Schraubenspirale herrscht, während die seither besprochenen Formen sich fast durchaus durch eine sehr hohe Form derselben auszeichneten. Im Zusammenhang hiermit steht dann ferner die Eigenthümlichkeit, dass die jetzt zu besprechenden Formen gewöhnlich eine grössere Zahl von Kammern in einem Umgang bilden, also die Entwicklung zwei- und dreizeiliger Formen nicht mehr zu verfolgen ist. Zunächst ist es die Gattung Globigerina selbst, die unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt, und auch ein erhöhtes Interesse verdient, weil sie sich durch eine ziemliche Variabilität ihrer Gestaltung bemerkbar macht. Die typische Form derselben wird eben durch eine flache schraubenspiralige Anordnung ihrer kugeligen oder nahezu kugeligen und nur wenig innig mit einander verbundnen Kammern charakterisirt (VIII. 9). Indem die jüngeren Kammern sich nur mässig vergrössern, bleibt auf der basalen Seite der Schale eine ziemlich weite nabelartige Höhlung frei, um die sich die Kammern herumlegen und in diese sogen. Nabelhöhle öffnen sich dann auch die gewöhnlich halbmondförmigen Mündungen der einzelnen Kammern. Diese letztere Eigenthümlichkeit verräth noch besonders die, auch schon aus der gesammten Anordnung hervorgegangene, relative Selbständigkeit der einzelnen Kammern. Daneben finden sich jedoch auch Globigerinaformen, bei welchen die jüngeren Kammern so ansehnlich wachsen und anschwellen, dass sie in der Schraubenaxe zusammenstossen und so eine Nabelhöhle nicht mehr zur Ausbildung kommt. Auf der apicalen Seite sind hier sämmtliche Kammern in ihrer schraubenspiraligen Anordnung zu bemerken, auf der basalen Seite hingegen nur einige (3, 4) der jüngsten (VIII. 9). Gleichzeitig tritt jedoch bei den hierhergehörigen Formen (deren Typus Glob. inflata d'Orb. bildet) nur an der jüngsten Kammer noch eine freie, ansehnliche Mündung auf, während die Mündungen der älteren durch die jüngeren überdeckt worden sind. Hierzu gesellt sich dann drittens noch eine Reihe von Formen, welche sich in ihrem allgemeinen Bau ziemlich nahe an die Letztbesprochenen anschliessen, bei denen jedoch die Mündung der jüngsten Kammer klein bleibt. Dagegen entwickeln sich nun aber hier (nach den Beobachtungen von van den Broeck [102] und Brady [117 II.]) auf der apicalen Seite der Schale an einer ganzen Reihe von Kammern accessorische und ziemliche weite Oeffnungen (z. Th. sogar in Zweizahl auf einer Kammer).

Interessant ist jedoch, dass auch die schraubenspiralige Anordnung der Kammern in eine symmetrisch spiralige übergehen kann, wie wir dies unter den echten Globigerinen bei einer Form (Glob. aequilateralis Brdy. 117 II) antreffen, fernerhin jedoch auch in dem Globigerina sehr nahe verwandten Genus Hastigerina Wyw. Thoms. sehen (IX. 1), welche Form sich noch durch völlige Involubilität der Umgänge und eine einzige ansehnliche Mündung auf der Endfläche der jüngsten Kammer auszeichnet.

In einer eigenthümlichen und noch keineswegs völlig aufgeklärten Beziehung zu der besprochenen Gattung Globigerina steht die schon früher unter den monothalamen Formen erwähnte Orbulina, welche ohne Zweifel

zunächst mit Globigerina verwandt ist. Es hat sich nämlich durch eine Reihe Untersuchungen von Pourtalès*), M. Schultze und Krohn**), Reuss***), Major Owen †) und Alcock ††) herausgestellt, dass die kugelige Schale zahlreicher Orbulinen eine kleine, häufig sogar bestachelte Globigerina im Innern einschliesse (VII. 30). Es ist dieses Verhalten in verschiedener Weise beurtheilt worden, entweder, wie späterhin bei der Besprechung der Fortpflanzung noch genauer zu erörtern sein wird, als ein Fortpflanzungsakt, so von Pourtalès, M. Schultze und Reuss, indem man sich die Orbulinen als losgelöste Endkammern von Globigerinen dachte, die nun, als Brutkammer fungirend, eine junge Globigerina in sich erzeugten, oder sich die Globigerinen enthaltenden Orbulinen durch besondere Wachsthumsvorgänge aus gewöhnlichen Globigerinen hervorgegangen dachte. Letztere Betrachtungsweise, die zuerst von Major Owen aufgestellt und neuerdings von Brady adoptirt wurde, erklärt sich die Entstehung dieser globigerinenhaltigen Orbulinen in der Weise, dass von einer gewöhnlichen Globigerina eine excessiv grosse, sämmtliche früheren Kammern einschliessende, sphärische Endkammer gebildet werde. So wahrscheinlich auch letztere Bildungsweise der globigerinenhaltigen Orbulinen erscheint, so wird doch daraus noch nicht nothwendig folgen, dass die Gattung Orbulina überhaupt gestrichen oder doch nur als Untergenus von Globigerina betrachtet werden müsse, wie dies Brady (und vor ihm schon S. Owen) will, da bekanntlich, worauf namentlich Carpenter (74) hingewiesen hat, keineswegs sämmtliche Orbulinen den Globigerina-einschluss aufweisen. Wollte man auch letztere Formen in der von Owen und Brady vermutheten Weise entstanden sein lassen, so müsste man zur Erklärung eine spätere Resorption der eingeschlossenen Globigerinaschale zu Hülfe nehmen.

In ziemlich naher morphologischer Beziehung zu Globigerina scheint die Gattung Cymbalopora Hagen. zu stehen (IX. 4). Wir haben hier eine etwa flach kegelförmige Schale, die ihr Wachsthum in deutlich schraubig spiraliger Anordnung der niedrigen Kammern beginnt, wobei, ähnlich gewissen Globigerinaformen, eine axiale Nabelhöhle auf der Basalseite offen bleibt. Bald jedoch geht dieses schraubenspiralige Wachsthum in ein cyklisches über, indem Ringe von Kammern, von allmählich sich vergrösserndem Durchmesser, an den schraubenspiraligen Anfangstheil sich ansetzend untereinanderlagern. Wie bei den erwähnten Globigerinaformen öffnet sich jede Kammer mit einer auf einem röhrenförmigen Hälschen gelegenen Mündung in die gemeinsame Nabelhöhle, soll jedoch nach Carpenter jederseits noch eine grosse gelippte Oeffnung besitzen, vermittels welcher die benachbarten Kammern in Communikation

*) Sillim. Americ. j. 1858. XXVI.

**) Arch. f. Naturgesch. 1860. I.

***) Sitzungsb. der k. böhm. G. d. W. 1861.

†) Journ. Linn. soc. Zool. IX.

††) Mem. of the litterar. and philos. soc. Manchester 1868. III.

treten (ohne dass jedoch diese Communikation eine directe wäre). Es scheint von Interesse, namentlich im Hinblick auf die verwandtschaftlichen Beziehungen dieser Form zu Globigerina, dass eine ihrer Arten (C. bulloides d'Orb.) sich durch die Bildung einer abnorm grossen orbulina-artigen Endkammer auszeichnet, welche die Nabelhöhle erfüllt und sich wie Orbulina durch den Besitz weiterer Porenöffnungen neben feineren (bei mangelnder grösser Mündungsöffnung) auszeichnet.

Eine noch eigenthümlichere Modifikation des globigerina-artigen Baues, wie wir sie soeben bei Cymbalopora kennen gelernt haben, treffen wir bei der aufgewachsenen Gattung Carpenteria an (IX. 2). Hier tritt einmal mit der Festheftung eine gewisse und zum Theil sogar recht unregelmässige Bildungsweise ein, wie solches ja bei festsitzenden Formen von uns schon mehrfach beobachtet wurde, andererseits dagegen zeigt diese Gattung auch Spuren einer höheren Ausbildung, wie wir sie in besserer Entwickelung in der zunächst zu besprechenden Abtheilung der Rotalinen antreffen werden. Im Allgemeinen können wir uns die Bauweise der Carpenteria in der Art kurz versinnlichen, dass wir uns eine in flacher Schraubenspirale aufgerollte Globigerina mit dem Apex der Spirale, also den ältesten und kleinsten Kammern, auf eine Unterlage aufgewachsen denken; gleichzeitig jedoch auch die einzelnen Kammern so innig mit einander verbunden, dass sie äusserlich nur noch sehr wenig von einander geschieden erscheinen und die Gesammtschale etwa die Gestaltung eines Kegels erhält, der auf der Spitze eine Oeffnung (a) zeigt. Diese Oeffnung und die durch sie ausmündende, ziemlich vertikal in die Schale hinabsteigende Höhlung (2 b, a) entspricht der uns von Globigerina und Cymbalopora her bekannten Nabelhöhle und wie bei jenen Formen, so münden auch hier sämmtliche Kammern (k, k′, k″) in diese Centralhöhle. Die Mündungsöffnung der gemeinsamen Centralhöhle auf der Spitze des Kegels ist häufig noch der Sitz einer besonderen Entwickelung, wie sie nur selten bei den Foraminiferen uns entgegentritt. Sie wächst nämlich bei gewissen Formen röhrenförmig aus, ja verästelt sich dann baumförmig (wie dies namentlich durch Carter*) und dann weiterhin durch Möbius**) bei einer sehr interessanten neuen und durch sehr unregelmässige Kammeranordnung sich auszeichnenden Form, C. raphidodendron, nachgewiesen wurde), wobei jedes der häufig zahlreichen Aestchen dieser Mündungsröhre eine Oeffnung zur Ausstrahlung der Pseudopodien aufweist. Abgesehen von untergeordneten morphologischen Bauverhältnissen, wie eine mehr oder minder vollständige Unterabtheilung der ursprünglichen Kammern durch secundäre Septen, sehen wir, wie schon oben angedeutet, eine höhere Entwickelungsstufe im Schalenbau dieser Gattung noch darin ausgeprägt, dass die Scheidewände zwischen den

*) Ann. m. n. h. 4. XX.
**) Palaeontographica XXV.

Kammern in ihrer feineren Beschaffenheit sich von den äusseren Kammerwandungen differenzirt haben. Während nämlich die letzteren die grobe Perforation der Globigerinen zeigen, sind die ersteren imperforirt und aus zwei Lamellen zusammengesetzt (26, d—d^3). — Indem letztere jedoch nicht überall vollkommen bis zu völliger Berührung aufeinander gelagert sind, bleiben zwischen ihnen hier und da kanalartige Lücken übrig, die, indem sie sämmtliche Septen (auch die unvollständigen, secundären) zusammenhängend durchziehen, ein sogenanntes Kanalsystem formiren (2b, g, g^1), das uns hier zum ersten Mal begegnet, welches wir jedoch bald bei den höher entwickelten Typen in seiner ganzen reichen Ausbildung kennen lernen werden.

Noch einmal tritt uns der flach schraubenspiralige Typus des Schalenbaues in einer sehr reichen und z. Th. sehr eigenthümlichen Entfaltung in der grossen und mannigfaltigen Abtheilung der Rotalinen entgegen. Die ziemlich beträchtliche Zahl von Gattungstypen, welche in dieser Abtheilung, bei verhältnissmässig hohem Grad von Uebereinstimmung in den allgemeinen Bauverhältnissen, unterschieden werden (welche also im wesentlichen durch Charaktere von secundärer Bedeutung gekennzeichnet sind), veranlasst uns, bei Gelegenheit dieser morphologischen Uebersicht, die zahlreichen Formen nur im Allgemeinen und im Hinblick auf ihre mehr gemeinsamen morphologischen Charaktere zu verfolgen.

Die einfacheren Formen der Rotalinen bieten uns im Allgemeinen eine ähnliche Gestaltungsweise dar, wie wir sie schon bei den schraubenspiraligen Globigerinen kennen gelernt haben, wie sich denn auch durch die grob perforirte Beschaffenheit der Schalenwandungen (Discorbina und Planorbulina) noch eine nähere Beziehung zu den Globigerinen ergibt. Wie gesagt, ist die Höhe der Schraubenaxe stets nur wenig beträchtlich, so dass die steilsten Formen gewöhnlich eine mässig hohe kegelförmige Gestaltung nicht überschreiten, meist jedoch die Erhebung der Schalenaxe eine noch geringere bleibt. Die Gesammtgestalt der Schale ist dann eine kreisel- bis flach scheibenförmige (IX. 3, 6). Natürlich sind, wie dies sich aus der morphologischen Bildungsweise dieser flachen scheibenförmigen Schalen ergibt, auch bei ihnen die beiden Flachseiten verschieden gebaut und die Gesammtschale daher asymmetrisch. Wir bezeichnen diejenige Seite, auf welcher sich die Spitze (Apex) der Schraubenspirale, also die älteste und kleinste Kammer findet, als die apicale, die entgegengesetzte Seite hingegen, welche durch die ansehnlichsten jüngsten Kammern ausgezeichnet wird, als die basale. Die Verschiedenheit dieser beiden Seiten der Schale wird noch dadurch erhöht, dass auf der apicalen Seite die meist recht zahlreichen Umgänge sämmtlich zu sehen sind (3a), da jeder folgende durch einen etwas grösseren Durchmesser über den vorhergehenden randlich ein wenig hervorragt. Auf der basalen Seite bleibt hingegen gewöhnlich nur der letzte oder doch wenig mehr als dieser Umgang sichtbar, indem

die Kammern der jüngeren Umgänge sich nach der Schraubenaxe zu so ansehnlich erweitern, dass jeder folgende Umgang den vorhergehenden völlig oder doch nahezu völlig auf der Basalseite bedeckt. Ausserdem ist die meist nicht sehr ansehnliche axiale Nabelhöhle, welche sich z. Th. erhält, meist noch durch secundäre Auflagerung von Schalenmasse ausgefüllt, so dass in ihr nichts von den älteren Umgängen sichtbar bleibt. Mit der asymmetrischen Entwickelung dieser Rotalinenschalen steht im Zusammenhang, dass dieselben häufig mit einer Seite aufgewachsen sind (Planorbulina, Truncatulina) oder doch die lebenden Thiere sich mit einer ihrer Seiten anheften. Je nach der speciellen morphologischen Gestaltung kann diese zur Befestigung dienende Seite bald die apicale, bald hingegen die basale sein, da nämlich die Befestigung gewöhnlich mit der flacheren Seite geschieht und in dieser Hinsicht die beiden Seiten sehr variiren.

So sehen wir z. Th. eine ziemlich gleichmässige Wölbung beider Seitenflächen bei der Gattung Rotalia (abgesehen natürlich von der sonstigen Verschiedenheit dieser beiden Seiten, welche diese ziemlich biconvexen Schalen dennoch zu asymmetrischen stempelt), oder aber es erhebt sich die apicale Seite convex bis kegelförmig, während die basale flach convex oder abgeplattet bleibt und zur Befestigung dient, wie dies namentlich auch in den Gattungen Discorbina und Pulvinulina deutlich hervortritt. Der umgekehrte Fall dagegen ist bei den Gattungen Planorbulina und Truncatulina anzutreffen; hier bleibt die apicale Seite flach oder ist sogar etwas concav ausgehöhlt, und dient daher zur Befestigung, die basale hingegen wölbt sich convex bis kegelförmig hervor, so dass hier die gesammte Schalengestaltung gewissermaassen umgekehrt ist. Bei diesen letztgeannten Formen ist denn eigentlich auch von einer schraubenspiraligen Aufwindung nicht mehr die Rede, sondern man kann sich die Schalengestaltung besser in der Weise entstanden denken, dass die Umgänge sich in regulär spiraliger Weise aufrollen, jedoch in sehr asymmetrischer Weise nach den beiden Seiten der Spiralaxe sich entwickeln; auf derjenigen Seite der Spiralaxe, auf welcher ihre Entwickelung gering bleibt, sind sie sämmtlich sichtbar (apicale Seite) und diese Seite bleibt flach, auf der entgegengesetzten aber schwellen die Umgänge rasch sehr an, so dass die jüngeren die älteren überdecken und nur der letzte sichtbar bleibt, die ganze Seite aber eine convex hervorgewölbte Beschaffenheit erhält. Auch bei der oben schon erwähnten Gattung Rotalia tritt häufig in ähnlicher Weise die basale Seite gegenüber der apicalen durch stärkere Wölbung hervor.

Die soeben gegebene Auffassung des Schalenbaues der Gattungen Planorbulina und Truncatulina lässt jetzt auch leicht verstehen, dass in nahem Anschluss an dieselben sich auch gewisse Formen finden, welche eine nahezu symmetrisch-spiralige Bildung aufweisen, wie wir ja auch schon bei den Globigerinen solche symmetrisch-spiralige Formen kennen gelernt haben. (Hierher gehören die sehr flach scheibenartigen Planorbulina-

Arten und die Anomalinen d'Orbigny's, doch zeigt auch die Gattung Discorbina z. Th. eine Hinneigung zu regulär spiraliger Ausbildung.)

Die Zahl der auf einen Umgang kommenden Kammern ist gewöhnlich ziemlich beträchtlich. Entweder treten diese Kammern äusserlich blasig kugelig hervor (wie dies bei Discorbina gewöhnlich (IX. 6), z. Th. jedoch auch bei Planorbulina der Fall ist), oder aber sie sind innig zusammengepresst, so dass die Oberfläche der Schale mehr oder weniger eben wird und die Grenzen der Kammern nur noch als Nähte hervortreten. Häufig sind diese Nähte noch besonders ausgezeichnet durch Auflagerung von unperforirter secundärer Schalensubstanz, die dann besondere Nahtbänder bildet und gleichzeitig noch in verschiedener, hier nicht näher zu besprechender Weise, Verzierungen auf der Oberfläche der Schale hervorruft.

Unter einander stehen die Kammern durch Septalöffnungen in Verbindung, welche sich an der Basis der Septen, also da, wo die letzteren auf den vorhergehenden Umgang sich aufsetzen, befinden. Im Allgemeinen stellen sich diese Oeffnungen als etwa halbmondförmige Schlitze dar; im speciellen hingegen zeigen sie bei den einzelnen Gattungen ziemliche Verschiedenheiten, sowohl in ihrer Gestaltung als Lagerung. Bei den oben erwähnten spiralig symmetrischen Formen lagern sich die Septalöffnungen gleichfalls symmetrisch. Bei den übrigen Formen dagegen ist auch ihre Lagerung eine asymmetrische. So sind sie bei Discorbina und Pulvinulina ganz auf die basale Seite gerückt, während sich bei der Gattung Rotalia meist nur eine geringere Asymmetrie der mässig grossen Mündungsöffnung durch Verschiebung nach der Basalseite findet. Etwas eigenthümlich ist die Lage der Mündung bei der Gattung Truncatulina; auch hier dehnt sie sich mit ihrem Haupttheil auf der basalen, hervorgewölbten Seite der Schale lang schlitzartig aus, erstreckt sich jedoch auch auf die abgeflachte Oberseite, wo sie sich längs der Naht, welche die betreffende Kammer mit dem vorhergehenden Umgang bildet, hinerstreckt. Da dieser letzterwähnte Theil der Mündungsöffnung auf der abgeflachten Oberseite bei der Bildung der folgenden Kammer nicht umschlossen und verdeckt wird, so zeigt sich demnach hier die Eigenthümlichkeit, dass wenigstens noch eine Anzahl der jüngsten Kammern durch besondere Oeffnungen nach aussen münden; an den älteren Kammern hingegen wird dieser frei bleibende Theil der Mündung durch Auflagerung secundärer Schalensubstanz geschlossen.

In der Beschaffenheit der Septen zeigt sich in bei weitem den meisten Fällen noch das einfachste Bildungsverhältniss, indem dieselben nur aus einer einfachen Lamelle durch Einfaltung der Vorderwand jeder Kammer gebildet werden, und meist auch in derselben Weise wie die übrigen Schalenwände perforirt sind. In letzterer Beziehung macht sich jedoch schon hier und da eine höhere Ausbildungsstufe geltend, indem sich die gewöhnliche Perforation der Scheidewände verliert und die letzteren nur von einer geringen Anzahl gröberer Poren durchbohrt werden.

Dagegen schliesst sich die Gattung Rotalia in Betreff der Entwickelung der Scheidewände an die höheren Ausbildungszustände der Nummuliniden an, indem sie, ähnlich wie wir das schon bei Carpenteria fanden, Septen besitzt, die aus zwei Lamellen bestehen, von welchen die hintere durch Einfaltung der Wand der hinteren Kammer, die vordere durch eine entsprechende Einfaltung der Wand der vorderen Kammer hervorgegangen ist. In gleicher Weise wie bei Carpenteria, bleibt zwischen diesen beiden Septallamellen, indem sie nicht völlig zusammenschliessen, ein Interseptalraum übrig, der auf Längsschnitten des Septums ein kanalartiges Ansehen darbietet, sich jedoch spaltartig fast durch das ganze Septum erstreckt (IX. 3b). Längs der Kammernähte, auf der äusseren Oberfläche der Schale, münden jederseits eine Reihe von Kanälchen durch Poren aus, welche von dem entsprechenden Interseptalraum ihren Ursprung nehmen. Indem sich nun die Interseptalräume der jüngeren Umläufe durch diese Poren und die zu ihnen führenden Kanälchen mit den Interseptalräumen der früheren Umgänge in Verbindung setzen, steht das gesammte sogen. Kanalsystem der Schale in organischem Zusammenhang und gibt uns schon eine ungefähre Vorstellung von der Entwickelung der entsprechenden Einrichtung bei den höheren Nummuliniden.

Zum Beschluss unserer Betrachtung der Morphologie der Rotalinenschalen müssen wir noch auf gewisse Unregelmässigkeiten und Abweichungen im Wachsthum hinweisen, die wir ja schon mehrfach und namentlich bei festgewachsenen Rhizopoden eine nicht unbedeutende Rolle spielen sahen. — So geht zunächst die typische Gattung Planorbulina in ihrem entwickelteren Zustand gewöhnlich in das cyklische Wachsthum über (IX. 8), indem in der von uns schon mehrfach, zuletzt wieder bei der Gattung Cymbalopora, angetroffenen Weise von dem letzten spiraligen Umgang randlich allseitig Kammern hervorsprossen, die einen ersten Cyklus bilden, auf dem nun in ähnlicher Weise eine grössere oder kleinere Zahl weiterer Cyklen folgt. Jede Kammer dieser Cyklen besitzt statt der früheren einfachen Oeffnung deren zwei, welche seitlich und nach Aussen schauend angebracht sind und sich gewöhnlich mit den zwei alternirend gestellten benachbarten Kammern des folgenden Cyklus in Verbindung setzen. Diese meist etwas lippenförmig aufgeworfenen Mündungen können sich zuweilen auch hals- bis röhrenförmig ausziehen und die durch sie in Verbindung gesetzten Cyklen von Kammern, sowie die einzelnen Kammern selbst, auseinanderrücken, so dass in dieser Art ein flach ausgebreitetes reticuläres Werk von Kammern und Verbindungsröhrchen entsteht. Jedoch sehen wir auch die Gattung Planorbulina (und ähnlich verhalten sich zuweilen auch die jüngsten Kammern anderer Gattungen) in ein ganz unregelmässig zusammengehäuftes Wachsthum übergehen, das, nachdem M. Schultze eine hierhergehörige Form unter der Bezeichnung Acervulina beschrieben hat (VIII. 17), gewöhnlich als acervuline Bildungsweise oder acervulines Wachsthum unterschieden wird. Eine sehr merkwürdige Modifikation bietet noch die Gattung Pulvinulina

dar (IX. 5), indem sie durch starke Abflachung in eine scheibenförmig entwickelte Form übergeht, deren Kammern sich allmählich sehr verlängern, so dass schliesslich nur wenige, bis zwei, auf den Umgang kommen, was auch hier schliesslich in cirkuläre Anordnung überführt. Ja es treten in diesem Fall sogar Ringe auf, welche nur aus einer einzigen in sich zurückkehrenden Kammer bestehen (Pulvin. vermiculata d'Orb. sp.).

Eine besonders eigenthümliche Entwickelung erreicht der Rotalinentypus in der Gattung Calcarina und zwar nicht durch besondere morphologische Anordnungs- und Wachsthumsverhältnisse der Kammern, sondern durch die ungemein reichliche Entwickelung secundär aufgelagerter Schalenmasse, wie wir sie ja auch schon bei den seither besprochenen Rotalinen fanden. Dieser besonderen Bildungsverhältnisse wegen verdient die genannte Gattung hier noch eine kurze Besprechung. Bezüglich der allgemeinen Anordnungsverhältnisse der Kammern verhalten sich die hierhergehörigen Formen (IX. 7) wie die meisten übrigen Rotalinen, es bilden die Kammern eine flache Schraubenspirale, die jedoch hier, da die Umgänge nur ziemlich allmählich an Breite zunehmen und mit ihren axialen Rändern weit von der Schraubenaxe entfernt bleiben, eine weite Nabelhöhle aufweisen würde, wenn nicht schon seit dem ersten Beginn der Schalenbildung eine dicke Lage von secundärer Schalenmasse (sogen. supplementäres Skelet Carpenter's d, d') auf die primären Kammerwände allseitig aufgelagert würde. Durch diese Auflagerung wird die weite Nabelhöhle völlig ausgefüllt. Es bildet demnach diese secundäre Schalenmasse hier eine dicke Auflagerungsschicht über die ganze Schale und lässt äusserlich keine Unterscheidung der Kammern mit Ausnahme der jüngsten zu. Es ruhen daher auch hier die primären Wandungen der jüngeren Umgänge nicht auf den entsprechenden der älteren direct auf, sondern auf der secundären Schalenmasse, welche diese älteren Umgänge überdeckt (7, d', d'). Diese secundäre Schalenmasse entwickelt jedoch hier noch einen besonderen, in geringerem Grad auch bei gewissen Rotalinen ausgeprägten Charakter, indem sie, schon von dem ersten Umgang aus, und so fort von den übrigen, am peripherischen Rand in ziemlich ansehnliche Stacheln auswächst (7, f, f). Zahl, Länge und Gestaltung dieser Stacheln, welche die äussere Erscheinung der Schale hier vorzugsweise bestimmen, variiren sehr; bald sind sie einfach, bald an ihren Enden verzweigt, meist jedoch stumpf abgerundet.

Während die dünnen primären Schalenwandungen grob perforirt erscheinen, wird dagegen die gesammte secundäre Schalensubstanz von zahlreichen, im Allgemeinen radiär nach der Oberfläche der Schale strahlenden, unter einander jedoch vielfach anastomosirenden Kanälen durchzogen, die auf der Schalenoberfläche ausmünden. Indem jedoch gewisse gleichfalls radial ziehende Partien von solchen Kanälen frei bleiben, bilden sie zapfenähnliche solide, in der kanalisirten Masse steckende Partien (7, e', e'), die auf der Oberfläche tuberkelartig vorspringen (7, e). Carpenter bezeichnet das die secundäre Schalensubstanz durchziehende Kanalwerk

auch hier als Kanalsystem und stellt es in eine Kategorie mit dem oben beschriebenen Kanalsystem der Carpenteria, Rotalia und dem noch weiterhin zu besprechenden der Nummuliniden. Ich kann hingegen eine Bildung, ähnlich dem Kanalsystem der erwähnten übrigen Formen, hier nicht erkennen, da ihm der wichtige Charakter desselben, nämlich aus Interseptalräumen wenigstens zum Theil hervorgegangen zu sein, abgeht. Die Septen der Calcarina sind einfach und enthalten keine Kanalräume.

Auch in der Bildung der Septalöffnung zeigt sich bei Calcarina eine Abweichung von den eigentlichen Rotalinen; statt einer einfachen findet sich hier am basalen Rand des Septums eine Reihe porenartiger Oeffnungen; im Uebrigen sind die Scheidewände hier imperforirt.*)

Die höchste Ausbildungsstufe erreicht der Schalenbau der Rhizopoden, wie schon mehrfach angedeutet wurde, in der Abtheilung der Nummuliniden; wo, wie dies ja ein überhaupt in der Thierwelt mehr oder minder gültiges Gesetz zu sein scheint, mit der höheren Stufe der Entwickelung im Allgemeinen auch eine ansehnliche Grösse verbunden ist. Innerhalb dieser Abtheilung begegnen wir aber dennoch einfacheren, ja verhältnissmässig sehr einfach gebauten Formen neben den complicirten, und sind im Stande, eine mehr oder minder zusammenhängende Reihe von allmählich fortschreitenden Ausbildungszuständen nachzuweisen, von den einfachsten ausgehend, bis zu den höchst entwickelten fortschreitend.

Was die gemeinsamen morphologischen Charaktere der hier zusammengefassten Formen betrifft, so können wir die fast durchweg regulär spiralige Aufrollung hervorheben, welche in seltenen Fällen etwas zur asymmetrisch schraubenförmigen hinneigt und bei den höchstentwickelten Formen in ähnlicher Weise den Uebergang ins cyklische Wachsthum darbietet, wie wir dies auch schon in der Reihe der Imperforaten gesehen haben. Fast durchaus ist fernerhin diese regulärspiralige Schale durch einen hohen Grad von Involubilität ausgezeichnet, obgleich in dieser Hinsicht auch Modifikationen sich finden. Die höher entwickelten Formen zeichnen sich durch die sehr vollständige Ausbildung eines, von uns schon in geringeren Entwickelungsstufen besprochenen, sogen. Kanalsystems aus und als weiteren Charakter, der uns zwar hier nicht näher berührt, dürfen wir noch die fast durchaus sehr feine Perforirung der Schalenwände hervorheben.

Als einfachste hierhergehörige Form können wir, indem wir absehen von gewissen schon kurz besprochenen monothalamen, durch engere Verwandtschaftsbande sich hier wahrscheinlich anschliessenden Typen (wie Involutina und Archaeodiscus), die Gattung Pullenia P. u. J. betrachten

*) Unter den sandschaligen und angeblich imperforaten Formen des, wie schon mehrfach bemerkt, eine grosse Zahl sehr verschiedenartiger Gestalten umschliessenden Genus Trochammina P. u. J. finden sich auch eine Anzahl Arten, die sich in ihrer allgemeinen Bauweise sehr nahe an die Rotalinen anschliessen. Es erscheint daher wohl nicht unmöglich, dass sich durch genauere Untersuchungen für diese Formen ein näherer Anschluss an die eben betrachtete Gruppe der Globigeriniden herausstellen dürfte.

(IX. 14). Dieselbe wird zwar gewöhnlich in die Nähe der Globigerinen gestellt, mit deren symmetrisch spiraligen Formen sie wohl auch durch verwandtschaftliche Beziehungen verknüpft sein dürfte, doch scheinen ihre Beziehungen zu den Nummuliniden, hauptsächlich bei Berücksichtigung erst in neuerer Zeit aufgefundener Zwischenstufen, recht innige. Diese nur durch wenige Modifikationen vertretene kleine Form bietet uns das Bild einer symmetrisch spiraligen Schale mit nahezu oder völlig involuten Umgängen, die sich aus einer geringen Anzahl (4—5) verhältnissmässig sehr rasch an Grösse zunehmender Kammern zusammensetzen. Die verhältnissmässig geringe Höhe der Kammern in Verbindung mit ihrer ansehnlichen Breite macht die Gesammtgestalt der Schale zu einer nahezu kugeligen. Die Septalöffnung ist ein sehr breiter und niedriger Schlitz an der Basis der Septen. Letztere sind, so weit die vorliegenden Untersuchungen hierüber Aufschluss verleihen, einfach und von derselben feineren Structur wie die übrigen Theile der Kammerwandung.

Als nahe verwandt mit der soeben kurz beschriebenen Form wird gewöhnlich die Gattung Sphaeroidina (IX. 15) betrachtet, der wir daher hier noch einige wenige Worte widmen wollen. In vieler Hinsicht an Pullenia sich anschliessend, weicht sie von dieser durch die etwas asymmetrische schraubenspiralige Aufrollung ab, ist gleichfalls ganz involut, so dass äusserlich meist nur die 3 letzten Kammern sichtbar sind. Am abweichendsten verhält sich die Mündung, welche sich durch Kleinheit und asymmetrische Lage sehr von der von Pullenia unterscheidet.

Möglicherweise dürfte sich eine neuerdings von Wallich*) beschriebene, jedoch noch nicht ausreichend bekannte Gattung (Rupertia) ebenfalls näher an Pullenia anschliessen. Es ist dies eine Form, welche namentlich durch einen nur selten bei den kalkschaligen Rhizopoden beobachteten Charakter sich auszeichnet. Sie erhebt sich nämlich auf einem, jedenfalls durch Ausscheidung secundärer, nichtperforirter Schalenmasse gebildeten Stiele. Auf diesem ziemlich dicken Stiel ist eine an Pullenia, hauptsächlich durch die ähnlich gestaltete Mündung, erinnernde Schale aufgewachsen, welche jedoch eine viel unregelmässigere Bildung besitzt und daher auch in mancher Beziehung an gewisse Rotalinen, so namentlich die Gattung Planorbulina, erinnert.

Wir erlauben uns an dieser Stelle einzuschalten, dass schon früher gelegentlich durch Macdonald (59) eine ähnliche, wenngleich nicht ganz sichere, Stielbildung bei einer zu den Rotalinen gehörigen und von Parker und Jones als Calcarina Spengleri gedeuteten Form beschrieben wurde, auch bei einer Nummulites ähnlichen, jedoch nicht näher zu bestimmenden Form will er eine solche Stielbildung beobachtet haben (wogegen die übrigen von ihm als Stielbildungen beschriebenen Verlängerungen nichts

*) A. m. n. h. 4, XX.

weiter wie die bekanntlich bei gewissen Formen röhrenförmig ausgezogenen Schalenmündungen sind).

In nahem Anschluss an die jetzt noch lebende Gattung Pullenia scheinen mir eine Anzahl fossiler, erst in neuerer Zeit, vorzüglich durch Brady (105) und v. Möller (116), näher bekannt gewordener Gattungen zu stehen, welche jedoch wenigstens zum Theil schon auf einer höheren Ausbildungsstufe stehen. In ihrer allgemeinen Gestaltung nähern sich diese, hauptsächlich durch Endothyra Phill. (IX. 16) und Bradyina v. Möll. (IX. 17) vertretenen Formen der Gattung Pullenia recht sehr, unterscheiden sich jedoch durch eine, wenngleich sehr geringe, schraubig spiralige Aufrollung der Umgänge, welche zwar bei der völligen Involubilität der Umgänge nur wenig hervortritt, aber doch eine etwas asymmetrische Gestaltung der Schale bedingt. Die Zahl der Kammern in den Umgängen ist auch hier im Ganzen gering und ihr Wachsthum in die Breite rasch, wodurch eben, im Zusammenhang mit den schon hervorgehobenen Charakteren, die allgemeine Aehnlichkeit mit Pullenia wesentlich bedingt wird. Bei Endothyra sehen wir denn auch dieselbe weite Mündung wie bei Pullenia die einfachen und in ihrer feinporösen Beschaffenheit sich nicht von den übrigen Kammerwandungen unterscheidenden Septen durchsetzen. Sehr eigenthümlich gestalten sich hingegen die Mündungsverhältnisse bei der Gattung Bradyina und der nahe verwandten Cribrospira; hier soll nach den Möller'schen Untersuchungen jedes Septum anfänglich völlig geschlossen gebildet werden, so dass also das jüngste Septum oder die Endfläche der jüngsten Kammer keine Mündung aufweist. Nach Bildung einer weiteren Kammer wird der dünne Basaltheil des Septums zerstört und damit eine ähnliche weite Communikationsöffnung zwischen den Kammern hergestellt wie bei Endothyra und Pullenia.

Während bei der genannten Cribrospira die Septen noch einfach gebaut, jedoch von grösseren Poren wie die übrigen Schalenwandungen durchbrochen werden, stehen dagegen die Septen von Bradyina auf einer höheren Ausbildungsstufe, indem sie von zwei Lamellen zusammengesetzt werden, zwischen welchen eine Anzahl radiär verlaufender Interseptalkanäle frei bleiben, die auf der Oberfläche der Schale längs der Kammernähte in ziemlich ansehnlichen Poren ausmünden. Andererseits münden jedoch diese Interseptalkanäle auch frei in die Kammerhöhlungen aus und zwar sowohl auf der centralen freien Schneide der Septen wie auch auf deren vorderer und hinterer Fläche. Im Princip gestaltet sich daher das Kanalsystem hier recht ähnlich dem schon früher bei Rotalia kennen gelernten und schliesst sich an die noch weiter bei den Nummuliniden auftretenden höheren Ausbildungsstufen desselben an.

Sehr nahe Beziehungen zu den seither besprochenen Formen scheint mir die Gattung Amphistegina d'Orb. (X. 1—3) aufzuweisen, wenngleich dieselbe auch von neueren Forschern gelegentlich zu den Rotalinen gezogen wurde. An die letztbesprochenen Genera schliesst sich Amphistegina

speciell dadurch näher an, dass ihre ganz involute Schale eine ziemlich bedeutende Asymmetrie der beiden Seitenflächen aufweist (X. 3). Es lässt sich diese Asymmetrie entweder auf eine schwach schraubenspiralige Anordnung oder, wie es hier auf dem Durchschnitt der Schale eigentlich mehr den Anschein hat, nur auf eine stärkere, asymmetrische Ausbildung der einen Seite zurückführen. Diese durch stärkeres, etwa stumpfkegeliges Hervorspringen ausgezeichnete Seite (X. 3, b[1]) wird, da die Septalöffnungen ähnlich wie bei den asymmetrischen Rotalinen sämmtlich auf diese Schalenseite verschoben sind (3, f), als die Unterseite bezeichnet. Im Gegensatz zu den seither besprochenen Formen sehen wir hier die Umgangshöhe nur sehr allmählich anwachsen und da gleichzeitig die Umgänge auch in der Richtung der Windungsaxe nur mässig zunehmen, besitzt die Gesammtgestalt hier nicht das kugelige Aussehen der letztbesprochenen Formen, sondern nähert sich mehr einer biconvexen Gestaltung (X. 1c). Die Zahl der auf einen Umgang kommenden Kammern ist sehr ansehnlich, die die Kammern scheidenden Septen sind sehr schief zur Spiralaxe gestellt und zeigen noch eine besondere, auf der Unterseite hervortretende Eigenthümlichkeit, welche für unsere Gattung vorzugsweise bemerkenswerth ist. Auf der Oberseite der Schale repräsentiren sich die zahlreichen Kammernähte als stark nach vorn geknickte Linien (X. 1a); auf der Unterseite dagegen sehen wir anscheinend zwei concentrisch umeinander gelagerte Kämmerchenspiralen (X. 1b). Und in der That ist etwas derartiges hier auch wirklich zur Ausbildung gelangt. Es hat sich nämlich auf der Unterseite die flügelartig nach der Axe hin um die früheren Umgänge herumlegende Verlängerung der Kammern durch eine secundäre Scheidewand von dem peripherischen Kammertheil abgesondert und diese beiden Theile jeder Kammerhälfte der Unterseite stehen nur noch durch eine meist enge Communikationsöffnung in Verbindung, was sich namentlich gut an Steinkernen fossiler Schalen nachweisen lässt (X. 2, a). Die Septen selbst sind von einfacher Bildung und ausser der basal und auf der Unterseite der Schale gelegenen ziemlich ansehnlichen Septalöffnung weisen sie gewöhnlich nur noch eine Anzahl grober Poren auf. Wie wir ähnliches auch noch bei den weiterhin zu besprechenden Formen finden werden, sehen wir auch hier die um die Windungsaxe gelagerte Schalenpartie (X. 3, b, b[1]) aus dichter, nicht perforirter Schalensubstanz aufgebaut und ein Streif ähnlicher nicht perforirter Substanz bildet ferner ein durch den Verlauf der Rückenspirale bezeichnetes Band in den Umgangswandungen, das man seiner Lage nach den Dorsalstrang nennt (3, c[2], c[3]). Ein Kanalsystem ist bei der eben kurz geschilderten Form nicht angedeutet.

Eine hohe, ja die höchste Entwickelungsstufe erreicht hingegen das Kanalsystem bei den beiden in sehr naher Beziehung zu einander stehenden Gattungen Nonionina und Polystomella, zwischen welchen, da sie durch zahlreiche Uebergangsformen mit einander verknüpft scheinen, eine scharfe Grenzlinie nicht zu ziehen ist.

Die bei weitem einfacheren Formen umschliesst die Gattung Nonionina, die in ihren allgemeinen Gestaltsverhältnissen sich z. Th. noch sehr nahe an Pullenia und Endothyra anreiht. Im Gegensatz zu letzterer Gattung jedoch haben wir hier fast durchaus regulär-symmetrisch gestaltete Formen von gewöhnlich sehr bedeutender, bis völliger Involubilität. Die Zahl der auf einen Umgang kommenden Kammern ist meist ziemlich beträchtlich und die Zunahme der Umgangshöhe nicht sehr bedeutend. Zuweilen jedoch wächst der letzte Umgang recht beträchtlich in die Höhe und es nähert sich damit die ganze Gestaltung der nahe verwandten Gattung Operculina. Die weniger involuten Formen können jederseits eine recht deutliche Nabelhöhle aufweisen, meist jedoch wird dieselbe durch secundäre Schalenmasse völlig ausgefüllt und die Ablagerung derselben erstreckt sich zuweilen strahlenartig von dem Nabel aus auf die Kammernähte, so dass hierdurch eine sternartige Figur auf den Seiten der Schale gebildet wird.

Die ziemlich senkrecht zur Spiralaxe verlaufenden Septen werden von einer basalen schlitzartigen Mündung durchbohrt. Sie sind nicht perforirt wie die Kammerwandungen, aus zwei Lamellen zusammengesetzt, zwischen welchen sich ein Kanalsystem entwickelt. Wie sich die Entfaltung dieses Kanalsystems speciell bei den Nonioninen gestaltet, scheint noch wenig sicher bekannt zu sein. Nach den Angaben von Parker und Jones ist es häufig sehr wenig ausgebildet oder soll sogar gänzlich fehlen. Wir schildern hier die Ausbildung des Kanalsystems bei den Nonionina so nahestehenden Polystomellen (nach den Untersuchungen Carpenter's), welchen sich in dieser Hinsicht auch die Nonioninen, wenigstens in ihren höher entwickelten Formen, anschliessen werden. Jederseits bemerkt man hier in jedem Septum einen Interseptalkanal, der dicht unterhalb der äusseren Schalenoberfläche verläuft und an der Rückenseite des Septums in den der andern Seite übergeht (X. 6c, d). Von jedem dieser Kanäle entspringen vorn und hinten, nach der Schalenoberfläche zu, zahlreiche secundäre Kanälchen (6c, f), die wie bei Rotalia auf der Oberfläche der Kammern längs der Kammernähte in je einer vordern und hintern Reihe von Poren ausmünden. Die Interseptalkanäle jeder Seite nehmen ihren Ursprung von einem jederseits der Schale verlaufenden Spiralkanal (X. 6c, e; 6b, e u. e^1), der in der Gegend der Embryonalkammer aus einer Art lakunären Lückenwerks, wie es häufig scheint, beginnend, die nach der Windungsaxe schauenden Ränder der Umgänge begleitet. Die Bildung dieser Spiralkanäle kann man sich in der Weise vor sich gehend denken, dass, bei der Auflagerung jedes neuen Umgangs auf den vorhergehenden, ein solcher spiraliger Kanal zwischen der Oberfläche des vorhergehenden Umgangs und der sich auflagernden Wandung des folgenden frei gelassen wird. Von diesen Spiralkanälen entspringen dann noch bei denjenigen Formen, bei welchen der Nabel von einer secundären Auflagerungsmasse ausgefüllt wird, zahlreiche letztere durchsetzende Kanälchen, welche in

ziemlich gestreckter Richtung nach der Schalenoberfläche aufsteigen und hier ausmünden (X. 6b).

Wie gesagt, besitzt dieses Kanalsystem seine höchste, eben geschilderte Ausbildung bei der Gattung Polystomella; jedoch sind es noch einige nicht uninteressante morphologische Eigenthümlichkeiten, welche letztere weiterhin charakterisiren. Schon bei eigentlichen Nonioninen zeigt sich nicht selten eine Hinneigung zum Zerfall der schlitzartigen Septalöffnung in eine grössere Anzahl secundärer, porenartiger Oeffnungen. Letzteres Verhalten ist dann für die eigentlichen Polystomellen typisch geworden; es findet sich also hier statt einer einfachen Septalöffnung eine Reihe längs des ganzen Basalrandes des Septums hinziehender Poren (6b u. 6c, s). Ausserdem bilden sich jedoch hier weiterhin am peripherischen Rand der Septen eigenthümliche, dicht unter der Schalenoberfläche sich entwickelnde und entweder in die hintergelegene Kammer hineinragende, sackartige Ausstülpungen, oder röhrenförmig in die äussere Kammerwandung sich erstreckende Fortsetzungen. Auch auf die Configuration der Schalenoberfläche sind diese Bildungen von Einfluss, indem entweder bei der letzterwähnten Ausbildungsform derselben längs dem hinteren Rand jeder Kammer grubenförmige, je zwischen zwei der Septalröhrchen gelegene Einsenkungen sich finden (XI. 2g), oder aber bei der erstgenannten Ausbildungsform eine Längsfurchenbildung, welche hauptsächlich auf dem jüngsten Umgang hervortritt (X. 6a), von jener eigenthümlichen Beschaffenheit der Septen äusserlich Zeugniss gibt.

Wie wir schon öfter den innigen Zusammenhang von kalk- und sandschaligen Formen zu constatiren hatten, so sehen wir denn auch sandschalige Rhizopoden auftreten, die sich in ihrer Gestaltung so nahe an Nonionina anschliessen, dass ich ihre Hierhergehörigkeit nicht bezweifeln kann. Eine solche Form ist z. B. von Brady (117 I.) als Angehörige der Gattung Trochammina (Tr. trulissata Brdy.) geschildert worden, eine andere, wohl gleichfalls sich hier anschliessende, sandschalige Form ist noch deshalb von besonderem Interesse, weil Carter*) bei ihr die Perforation der Wände sehr wahrscheinlich gemacht hat. Es ist dies die von Brady (117 I.) zum besonderen Geschlecht erhobene Cyclammina, bei welcher sich nach letzterem Beobachter der von Sandrhizopoden schon vielfach hervorgehobene Charakter auch wieder zeigen soll, nämlich die z. Th. völlige Erfüllung der Kammerhöhlungen durch Auswüchse der Wände.

In sehr inniger Beziehung zu einander stehen die beiden Gattungen Operculina (X. 4) und Nummulites (XII. 1—10), so dass es eigentlich nur gewisse Wachsthumsverhältnisse sind, welche dieselben unterscheiden. Andererseits schliessen sie sich auch recht innig an die letztbesprochenen Formen, Nonionina und Polystomella, an.

Wir haben hier gleichfalls wieder (mit seltenen kleinen Abweichungen) die regulär spiralische Aufrollung, welche zwischen völliger und geringer

*) A. m. n. h. 4. XIX.

Involubilität schwanken kann. Da jedoch bei den wenig involuten Formen (wie z. B. Operculina und den in der Untergattung Assilina zusammengefassten Formen von Nummulites), wenn auch die Kammerhöhlungen der jüngeren Umgänge nicht bis zu völliger Umfassung der früheren Umgänge sich ausdehnen, doch die Schalenwandung der jüngeren Umgänge sich verstärkend auf die vorhergehenden überlegt, so darf hier dennoch, wie dies auch bei einem Theil der Polystomellen der Fall ist, von völliger Involubilität gesprochen werden.

Die auf allgemeinen Wachsthumsverhältnissen beruhenden Unterschiede beider Gattungen sind hauptsächlich: das verhältnissmässig sehr rasche Anwachsen der Umgangshöhe bei Operculina (X. 4a u. b), was sich namentlich in der raschen Höhenzunahme des letzten Umgangs ausspricht und mit der geringen Ausdehnung in der Richtung der Windungsaxe eine meist sehr abgeflachte, scheibenförmige Gestalt der Schale bedingt. Bei Nummulites hingegen wachsen die meist sehr zahlreichen Umgänge nur sehr allmählich, häufig nahezu unmerklich in die Höhe (XII. 1, 2, 6) und eine operculina-artige Erhöhung des letzten Umgangs tritt nie auf, sondern die ausgewachsene Schale scheint sich im Gegentheil ziemlich allgemein, wie dies schon früher angedeutet wurde, durch Uebergang der spiraligen Aufrollung in eine kreisförmige zu schliessen.

Bei beiden Gattungen sehen wir zahlreiche ziemlich genau radiale und nach vorn etwas convex hervorgewölbte Septen die einzelnen Kammern scheiden, zwischen welchen an der Basis der Septen gelegene, spaltartige Oeffnungen die Communikation herstellen (X. 4b, e und XI. 8, c). Gemeinsam für beide ist fernerhin die Ausbildung eines aus nicht perforirter Schalensubstanz bestehenden sogen. Dorsalstrangs (X. 4b, a—a^3 u. XII. 6 u. 8, a—a^1), wie wir ihn ähnlich auch schon bei der Gattung Amphistegina angetroffen haben. Hier zeichnet sich derselbe durch seine bei Operculina sehr deutliche Zusammensetzung aus parallel der Spiralaxe gelagerten Kalkspicula aus*), fernerhin jedoch noch durch die ihn der Längsrichtung nach durchziehenden zahlreichen Kanäle, welche unter sich vielfach anastomosiren und einen Abschnitt des hochausgebildeten Kanalsystems darstellen, den wir bei Polystomella sammt dem Dorsalstrang vermissten. Bei Nummulites treten unter den Längskanälen des Dorsalstrangs hauptsächlich zwei Paar ansehnlich hervor (XII. 8, a). Das übrige Kanalsystem wird auch hier durch dasselbe Paar ansehnlicher Spiralkanäle gebildet (X. 4b, 4c, h, XII. 8), welche wir auch schon bei Polystomella angetroffen haben, jedoch ist ihre Lage hier eine etwas andere, indem sie einander näher gerückt sind, zu beiden Seiten des Dorsalstrangs und demselben aufgelagert hinziehen, also die Septen jederseits dicht neben den seitlichen Enden der spaltartigen Septalöffnung durchsetzen. Zwischen die beiden Lamellen jedes Septums schickt der

*) Gegenüber Carpenter muss ich, nach eigner Untersuchung, die von Carter angegebene Zusammensetzung des Dorsalstrangs aus Kalkspicula bestätigen.

Spiralkanal jeder Seite einen nach dem Dorsalstrang aufsteigenden Interseptalkanal (X. 4 b, 4 c, g; u. XII. 8 f, 10 b), der sich während seines Verlaufs meist vielfach verzweigt und indem die Zweige jeder Seite unter sich, häufig jedoch auch mit denen der gegenüberliegenden Seite anastomosenartige Verbindungen eingehen, entsteht ein netzartiges Kanalwerk von mehr oder minder regulärer Ausbildung. Von dem in der Dorsalpartie des Septums gelegenen Theil dieses Gefässwerkes nehmen denn auch die den Dorsalstrang durchziehenden Gefässe ihren Ursprung (X. 4 c, a^1). Bei Nummulites wenigstens ist ferner der Zusammenhang der Kanäle des Dorsalstrangs mit den beiden ihm aufliegenden Spiralkanälen des folgenden Umgangs sichergestellt, so dass also in dieser Weise das Kanalsystem der aufeinanderfolgenden Umgänge und schliesslich das der ganzen Schale in Zusammenhang steht. Wie bei Polystomella sehen wir fernerhin auch bei Operculina von den Interseptalkanälen jedes Septums zahlreiche Aestchen nach der äusseren Schalenoberfläche dringen und hier jederseits der durch imperforirte Schalenmasse ausgezeichneten Kammernaht in je einer Porenreihe ausmünden (X. 4 b, b). Etwas anders hingegen gestalten sich diese Verhältnisse bei Nummulites, indem hier jene nach aussen führenden Aestchen nicht gleichmässig längs jeder Kammernaht sich erstrecken (wie denn hier auch die Kammernähte nicht wie bei Operculina durch einen fortlaufenden Streif imperforirter Substanz ausgezeichnet sind), sondern es dringen sowohl von den Interseptalkanälen, als auch direct von den Spiralkanälen, Bündel feiner nach aussen führender Zweigkanälchen in zapfenartige nach der Schalenoberfläche sich erweiternde und über den Septen die feintubulirten Schalenwände durchsetzende Partien imperforirter Substanz ein (XII. 8 e), um auf der tuberkelartig vorspringenden Aussenfläche dieser Zapfen oder Pfeiler auszumünden (XII. 6, e, 9 e). Wenn nun, wie dies bei den involuten Nummuliten gewöhnlich der Fall ist, derartige Zapfen nicht perforirter, jedoch von Zweigen des Kanalsystems durchzogener Schalensubstanz der übereinandergelagerten Umgänge aufeinandertreffen, so setzen sie sich direct ineinander fort (XII. 2, 9 e). Wir begegnen dann auf den Durchschnitten solcher Schalen sehr häufig derartigen Pfeilern, welche durch mehrere, ja durch sämmtliche Umgänge hindurch sich fortsetzen. Die Septen werden ausser von der Septalöffnung noch von einer Anzahl gröberer Poren durchbrochen, welche auch z. Th. eine Communikation der Interseptalkanäle mit den Kammerräumen herstellen. Im übrigen sind wenigstens bei Operculina die Septen imperforirt, wogegen für Nummulites (z. Th.) von v. Möller (116), wie früher auch schon von d'Archiac und Haime, eine perforirte Beschaffenheit der Septen angegeben wird.

Besondere Eigenthümlichkeiten zeigen sich noch im gegenseitigen Verhalten und der Anordnung der Septen bei Nummulites, wo eine bedeutende Mannigfaltigkeit in dieser Hinsicht angetroffen wird. Wie schon oben bemerkt wurde, ist ein Theil der Nummuliten sehr wenig involut, wenigstens in dem Sinne, dass die eigentlichen Kammerhöhlungen der

aufeinanderfolgenden Umgänge sich ähnlich wie bei Operculina nur wenig umfassen (XII. 4a, 5). Bei den involuten Formen dagegen, bei welchen die Kammerhöhlungen die vorhergehenden Umgänge seitlich, flügelartig ausgezogen, bis zur Windungsaxe überdecken (XII. 2, 6), findet sich entweder ein einfach strahlenartig radiärer Verlauf der Septen bis zur Windungsaxe hin (XII. 3), oder diese nach der Windungsaxe jederseits sich erstreckenden Seitentheile der Septen zeigen einen mehr oder weniger unregelmässig hin- und hergewundenen Verlauf. Bei weiterer Entwickelung dieses Verhaltens treffen die Ausbuchtungen dieser seitlichen Flügeltheile der aufeinanderfolgenden Septen verschmelzend aufeinander (XII. 7 b[1]). Durch diese eigenthümlichen Wachsthumserscheinungen werden die ursprünglich einfachen Seitenflügel der Kammern in zahlreiche secundäre Kämmerchen zerlegt (XII. 6). Ein in der Windungsaxe geführter Durchschnitt eines solchen Nummuliten bietet daher in der Medianlinie eine Reihe grösserer Kammern (XII. 9, b), d. h. die centralen Kammertheile dar, welche seitlich von einer ganzen Anzahl Schichten sehr niederer Kämmerchen überdeckt werden (XII. 9d); es sind dies eben die aus der Umbildung der Seitenflügel der Kammern hervorgegangenen Kämmerchen.

Eine eigenthümliche Parallelgruppe zu der von uns schon früher besprochenen imperforaten Gattung Alveolina bilden unter den Nummuliniden die sogen. Fusuliniden (XII. 11—15) mit der Hauptgattung Fusulina. In mancher Hinsicht schliessen dieselben sich gerade der Gattung Nummulites an, von der sie sich jedoch durch eine im allgemeinen viel einfachere Bildungsweise wieder entfernen. Der hauptsächlichste morphologische Charakter dieser Formen, welcher dieselben gleichzeitig den Alveolinen nähert, ist die völlige Involubilität; die Umgänge umhüllen sich hier völlig (XII. 15), so dass jeder neue Umgangsraum allseitig den vorhergehenden umfasst. Aeusserlich ist daher von den früheren Umgängen absolut nichts sichtbar. Gleichzeitig ist jedoch die Gesammtschale in der Richtung der Windungsaxe sehr verlängert (XII. 11, 12, 13, 15); weshalb, da die Umgangshöhe nur sehr allmählich anwächst, die Gesammtgestalt der Schale derjenigen von Alveolina sehr ähnlich wird. Bei geringerer Streckung der Windungsaxe erscheint sie demnach etwa kugelig (Schwagerina), bei grösserer Streckung hingegen spindelförmig bis cylindrisch (Fusulina und Hemifusulina). Die Umgänge werden wie bei Nummulites durch zahlreiche Septa in Kammern zerlegt (XII. 14), die unter einander durch spaltartige, am Innenrand der Septa gelegene Oeffnungen in Verbindung stehen (XII. 11m). Aehnlich wie wir jedoch die seitlichen Theile der Septen bei gewissen Formen von Nummulites in sehr eigenthümlicher Weise gefältelt und damit die Erzeugung secundärer Kämmerchen verbunden sahen, finden wir solches auch bei den Fusulinen. Bei der Gattung Schwagerina sind die Septen in ihrer grössten Ausdehnung von regelmässig ebenem Verlauf, an den Polen der Schale jedoch, wo sie sich der Windungsaxe nähern, gehen sie plötzlich in

wellenförmig gebogenen Verlauf über, verzweigen sich auch und indem die hier zusammenkommenden zahlreichen Septen eines Umgangs — und, wie es scheint, sogar der aufeinanderfolgenden Umgänge — mit ihren Verzweigungen und Hin- und Herbiegungen vielfach anastomosiren, bildet sich in der Windungsaxe ein ganz unregelmässiges, labyrinthisches Fachwerk (XII. 15 n) kleiner Kämmerchen aus (sogen. filet cloisonnaire, nach der Bezeichnung von d'Archiac und Haime für das in mancher Hinsicht ähnliche Verhalten der seitlichen Septentheile der oben beschriebenen Nummuliten). Anders hingegen ist das Verhalten bei den Gattungen Fusulina und Hemifusulina. Hier sind die Septen durchaus wellenförmig gefältelt, parallel dem medianen Durchmesser der Schale (XII. 11 s, 13), jedoch verliert sich diese Fältelung etwa in $^1/_2$ bis $^4/_5$ der Höhe der Septen, so dass sich letztere in gestrecktem, geradem Verlauf an die äussere Schalenwandung anheften. Indem nun die sich gegenüberstehenden Ausbiegungen der aufeinanderfolgenden Septen mit einander verschmelzen, wird jeder Kammerraum in eine grosse Zahl secundärer Kämmerchen getheilt, welche jedoch sämmtlich mit ihren äusserlichen Theilen unter einander in Verbindung stehen, da ja hier, wie erwähnt, die Fältelung der Septen fehlt.

Die einfachere Bauweise, gegenüber Nummulites etc., zeigt sich in dem völligen Mangel eines Kanalsystems bei Fusulina und Schwagerina, womit denn auch die Einfachheit der nichtperforirten Septen in Verbindung steht. Bei der Gattung Hemifusulina dagegen, die sich in allgemein morphologischer Beziehung genau an Fusulina anschliesst, ist mit dem Auftreten einer doppelten Septenwand auch ein, wenn auch sehr mangelhaft ausgebildetes, Kanalsystem verbunden.

Wir glauben, im Anschluss an die Fusuliniden, an eine sehr eigenthümliche, von ihrem Monographen Brady (88) für eine sandschalige Form erklärte Rhizopode erinnern zu dürfen, über deren Stellung sich bis jetzt mit Sicherheit nur wenig bemerken lässt. Es ist dies die auch durch ihre Grösse bemerkenswerthe Gattung Loftusia (VII. 1), welche zuerst tertiär, neuerdings jedoch auch in der Kohlenformation nachgewiesen wurde. Wie die sandschaligen Formen überhaupt, wird auch die Loftusia von Brady für eine Imperforate gehalten, wogegen viel für ihre Zugehörigkeit zu den Perforaten zu sprechen scheint und auch die angebliche Zusammensetzung ihrer Schale aus Kalksand scheint etwas fraglich, da wir neuerdings durch v. Möller (116) erfahren haben, dass eine Reihe fossiler, angeblich kalksandschaliger Formen als echt kalkschalige zu betrachten sind, welche durch den Fossilisationsprocess eigenthümlich verändert wurden. In ihren allgemeinen morphologischen Bauverhältnissen nähert sich Loftusia in mancher Hinsicht den besprochenen Fusuliniden; sie ist gleichfalls eine völlig involute und in ihrer Windungsaxe sehr verlängerte, daher ei- bis spindelförmige Form, die jedoch in ihrem feineren, inneren Bau mannigfache sehr eigenthümliche Verhältnisse darbietet. Auf der Innenfläche einer die Umgänge äusserlich bildenden, verhältnissmässig

dünnen Schalenlamelle hat sich nämlich eine ziemlich beträchtliche Menge einer secundären, eigenthümlich reticulären, bis labyrinthischen Schalenmasse abgelagert (1, c), welche auch die ellipsoidische Centralkammer vollständig erfüllt. Von dieser Auskleidungsmasse entspringen zahlreiche sehr schief zur Spiralaxe die Umgangshöhlungen durchsetzende Septen, die keine regulären Communikationsöffnungen besitzen, jedoch, da sie aus der gleichen labyrinthisch reticulären Masse gebildet sind, vielfache Communikationen zwischen den durch sie geschiedenen Kammern gestatten. Ausserdem erstrecken sich jedoch noch zahlreiche, hohle säulenartige Auswüchse zwischen den benachbarten Septen, durch welche der Kammerraum vielfach unregelmässig untergetheilt wird. Wie gesagt, ist der eigenthümliche Bau dieser Gattung (deren Rhizopodennatur sogar von Carter,*) jedoch, wie ich glaube, mit Unrecht bezweifelt wird) bis jetzt in keine sichere Beziehung zu anderen Formen zu bringen, doch dürften die allgemeinen Bauverhältnisse den vorläufigen Anschluss an die Fusuliniden wohl rechtfertigen.

Schon früher wurde bei Betrachtung der Imperforata darauf hingewiesen, dass ein ganz ähnlicher Uebergang zur cyklischen Ausbildungsweise, wie er von Peneroplis durch Orbiculina zu Orbitolites zu verfolgen ist, auch bei den Perforaten angetroffen wird. Hier wird dieser Uebergang durch die Gattung Heterostegina (X. 5) bewerkstelligt und zwar schliesst sich diese zunächst an Operculina an. Wie bei letzterer haben wir auch bei Heterostegina ein ursprünglich vollständig oder nahezu vollständig involutes Wachsthum, das jedoch mit dem raschen Höhenwachsthum der Umgänge schliesslich in ein nur wenig involutes übergeht, indem sich wie bei Operculina der letzte Umgang sehr rasch bedeutend erhöht und in der Richtung der Windungsaxe entsprechend abflacht. Eine sehr grosse Anzahl nach vorn convexer und ziemlich schief zur Spiralaxe verlaufender Septen theilt die Umgänge in zahlreiche und nur sehr kurze Kammern, während dieselben natürlich sehr rasch an Höhe wachsen und so bei der Betrachtung von der Seite eine etwa bandförmige Gestalt zeigen. An der Basis jedes Septums existirt wie bei den meisten seither besprochenen Nummuliniden eine Communikationsöffnung zwischen den Kammern. Diese bandförmigen Kammern werden jedoch ähnlich wie bei Orbiculina durch zahlreiche secundäre Scheidewände, welche senkrecht auf die primären aufgesetzt sind, in secundäre Kämmerchen getheilt. Unter sich stehen diese secundären Kämmerchen jeder Kammer in keiner directen Verbindung, dagegen communiciren die alternirend gestellten der aufeinanderfolgenden Kammern in ganz ähnlicher Weise, wie wir dies schon mehrfach unter entsprechenden Verhältnissen fanden, indem jedes Kämmerchen sowohl mit den zwei benachbarten der vorhergehenden wie der folgenden Kammer durch schiefe Communikationsöffnungen in Verbindung steht. Sowohl die primären wie die secundären Scheidewände

*) A. m. n. h. 4. XVII.

werden von zwei Lamellen zusammengesetzt, zwischen welchen ein Inter-Kanalsystem verläuft, das sich wie bei der nahe verwandten Operculina mit einem in einem Dorsalstrang zur Ausbildung kommenden Theil in Verbindung setzt.

Das regulär-cyklische Wachsthum, wie wir es unter den Imperforaten schon bei Orbitolites antrafen, finden wir unter den Perforaten bei 2 Gattungen, Cycloclypeus (VI. 3) und Orbitoides (XII. 17—21) vertreten, von welchen die erstere, als die einfacher gebaute, hier zunächst unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen wird. Wie bei der einfachen Form von Orbitolites sehen wir hier um eine ansehnliche Centralkammer zahlreiche, in einer Ebene ausgebreitete Kämmerchencyklen, die scheibenförmige Schale bilden (VI. 3 B). Zwischen den Kämmerchen jedes Cyklus existirt auch hier keine directe Verbindung, dagegen stehen die alternirend gestellten der aufeinanderfolgenden Cyklen durch mehrfache übereinandergelegene, schiefe Communikationen, ähnlich wie bei der complicirten Form von Orbitolites, in Verbindung (3, D, c, f). An jedem Kämmerchen lässt sich eine primäre innerste Schalenlamelle unterscheiden, welche jedoch auf den Seitenflächen der Schale von einer dicken Lage geschichteter, secundärer Schalensubstanz überlagert wird (3 D a), während gleichzeitig auch die aneinanderstossenden primären Schalenlamellen der benachbarten Kämmerchen durch eine Zwischenlagerung ähnlicher, jedoch, wie die Scheidewände überhaupt, nicht perforirter Substanz gesondert werden. In dieser Zwischensubstanz der Scheidewände breitet sich nun ein hoch entwickeltes Interkanalsystem aus (3 D, e), das sich im wesentlichen aus zahlreichen radiären (3 C, g), die secundären Septen, und cirkulären (3 C, h, h^1), die primären Septen durchziehenden Kanälen zusammensetzt. Aestchen, welche von den Kanälen der secundären Septen abgehen, münden in die Kämmerchenhöhlungen ein (3 C, g), während andere, in der Dickenrichtung der Schale von den radialen und cirkulären Kanälen aufsteigende Aestchen durch die nichtperforirte Schalensubstanz, welche die Fortsetzung der Septen durch die perforirten Auflagerungen der Seitenflächen bildet, hindurchtretend (3 D, e), auf der Oberfläche der Schale in feine Poren ausmünden. Ueber den Kanten, welche durch die zusammenstossenden Wände benachbarter Kämmerchen gebildet werden, verdicken sich, namentlich im centralen Gebiet der Scheibe, diese aus nichtperforirter Substanz bestehenden Fortsetzungen der Septen zu nach der Schalenoberfläche zu kegelartig sich verbreiternden Pfeilern (3 D, c, e, d). Aehnliche Bildungen haben wir bei verwandten Formen schon mehrfach angetroffen und wie dort sind sie auch hier von Ausläufern des Kanalsystems durchzogen. Von der einfacher gebauten Gattung Cycloclypeus unterscheidet sich der complicirtere Orbitoides (XII. 17—21) hauptsächlich durch die Eigenthümlichkeit, dass hier zwischen den zahlreichen aufeinandergeschichteten Lamellen, welche wie bei Cycloclypeus die seitlichen Flächen der medianen Kämmerchenschicht überlagern, zahlreiche Schichten secundärer und sehr niedriger Kämmerchen eingeschaltet

sind (21 b, 20 d), demnach in einer mehr oder minder dicken Lage jederseits die mediane Hauptkammerschicht (a) überkleiden. Da auch hier wie bei Cycloclypeus die seitlichen Auflagerungsmassen am stärksten in der centralen Partie der Scheibe entwickelt sind, so tritt diese einmal gewöhnlich knopfförmig hervor und weist ferner zahlreichere übereinandergestapelte Schichten von Nebenkämmerchen auf, als dies in den peripherischen Theilen der Scheibe der Fall ist. Zwischen den grösseren Mediankammern der aufeinanderfolgenden, häufig jedoch z. Th. nicht ganz vollständigen, Cyklen existiren ähnliche Communikationen (22, a b), wie bei Cycloclypeus; dagegen sollen hier gewöhnlich auch die Kämmerchen jedes Cyklus durch eine die secundären Septen durchsetzende Oeffnung (22 a^1) in directer Verbindung stehen. Aber auch die Nebenkämmerchen der übereinandergeschichteten Lagen stehen durch Communikationskanäle in Verbindung (20 d), indem jedes derselben sich durch schief von ihm auf- und absteigende Kanäle mit den 2 benachbarten, jedoch alternirend gestellten der über- und untergelagerten Schicht in Communikation setzt. Auf der Scheibenoberfläche treten die nichtperforirten Scheidewände zwischen den Nebenkämmerchen gewöhnlich etwas leistenartig hervor (20) und die Gesammtheit dieser Leisten bildet eine erhabene netzartige Zeichnung. Aehnlich wie bei Cycloclypeus entwickeln sich jedoch auch hier in den zusammenstossenden Kanten der Scheidewände der Nebenkämmerchen kegelartige Pfeiler (20 e) von nichtperforirter Masse, welche in den Knotenpunkten des oberflächlichen Leistenwerks warzig vorspringen.

In ähnlicher Weise wie bei Cycloclypeus ist ferner hier auch ein Kanalsystem (20 h, 22) entwickelt, das jedoch im Ganzen weniger genau bekannt ist. In Kürze mag noch erwähnt werden, dass sich in dem hierhergehörigen Formenkreis eine reiche Mannigfaltigkeit der äusseren Gestaltung kundgibt, welche jedoch durch gewisse Modifikationen aus der typisch scheibenförmigen ohne Schwierigkeit abgeleitet werden kann. Durch besondere Mächtigkeit der seitlichen Auflagerungen von Nebenkämmerchenschichten geht die allgemeine Gestaltung in eine linsenförmige, ja nahezu kugelförmige, über. Durch besonders ansehnliche Entwickelung der Mediankammern in gewissen Radien der Scheibe bilden sich auf der Oberfläche hervorspringende Rippen (19), die gleichzeitig auch eine besondere randliche Verlängerung eingehen können, so dass der Umriss der Scheibe eine polygonale (17) oder, bei noch stärkerem Vorspringen dieser Rippen, sogar eine sternförmige Gestaltung (18) annehmen kann.

In ziemlich naher Beziehung zu Orbitoides scheint mir in allgemein morphologischer Hinsicht die gewöhnlich zu den Rotalinen gerechnete Gattung Tinoporus (XIII. 2—3) zu stehen und zwar wenigstens mit der unter dem Namen T. baculatus bekannten Art (3). Im Hinblick auf die soeben kurz beschriebenen Orbitoidesformen können wir die hauptsächlichsten morphologischen Besonderheiten dieses T. baculatus in der Weise charakterisiren, dass wir ihn als einen Orbitoides bezeichnen, bei welchem es nicht zur Ausbildung der medianen Kämmerchenlage ge-

kommen ist, oder bei welchem sich dieselbe nicht von den übrigen Kämmerchen unterscheidet. Der Wachsthumsanfang des Tinoporus wird jedoch an Stelle der ansehnlichen, bei Orbitoides sich findenden Centralkammern durch eine Anzahl deutlich spiralig aufgerollter Kammern bezeichnet, die man wohl als die sehr reducirte Medianlage des Orbitoides betrachten dürfte. Dies scheint um so mehr gestattet, als sich auch bei gewissen Orbitoidesformen eine so erhebliche Entwickelung der Nebenkammern findet, dass dagegen die mediane Kämmerchenlage sehr zurücktritt und namentlich die beiden seitlichen Nebenkammerlagen, um den peripherischen Rand der Medianlage herumgreifend, in einander übergehen, wobei natürlich das Weiterwachsthum der medianen Lage gänzlich sistirt. Es liesse sich der Bau von Tinoporus im Anschluss hieran in der Weise deuten, dass bei ihm die mediane Kammerlage durch sehr frühzeitiges allseitiges Herumwachsen der Nebenkämmerchen nur eine sehr geringe Ausbildung erreicht, wogegen aber die Nebenkämmerchenlagen sich sehr entwickeln und in allseitig kugelig umfassenden Schichten weiterwachsen. Gleichzeitig ordnen sich die Kämmerchen in radialen, ziemlich regelmässigen Reihen, wie ja solches auch bei Orbitoides hervortritt. In dieser Weise wird, da auf der einen Seite der spiraligen Anfangskammerlage die Entwickelung der Kämmerchenlagen eine etwas reichlichere ist als auf der entgegengesetzten Seite, eine Gesammtschale von etwas asymmetrischer, brodförmiger oder bei dem Tinoporus vesicularis (XIII. 2a) stumpf kegelförmiger Gestalt, mit abgeplatteter Unterfläche, erzeugt.

Unter sich stehen die Kämmerchen in ganz ähnlicher Verbindung wie die Nebenkämmerchen bei Orbitoides, und zwar in der Art, dass jedes der Kämmerchen einer radialen Reihe durch Communikationsöffnungen (2b) mit den zwei weiter nach aussen und ebenso den zwei weiter nach dem Centrum zu alternirend gestellten der beiden benachbarten Radialreihen in Verbindung steht. Während die parallel der Oberfläche verlaufenden Böden der Kämmerchen perforirt sind, wie dies gleichfalls bei Orbitoides der Fall, sind hingegen die seitlichen Wände solid. Wie bei Orbitoides entwickeln sich jedoch auch hier längs der Kanten, in welchen die Radialreihen von Kämmerchen zusammenstossen, kegelförmige Zapfen von solider Schalensubstanz, die auf der Schalenoberfläche warzig hervorspringen, wie denn auch auf der Oberfläche eine ähnliche Netzzeichnung sichtbar ist, die von den vorspringenden Septen der oberflächlichsten Kämmerchenschicht herrührt. Ausser diesen Kegelzapfen von nichtperforirter Schalensubstanz (sogen. supplementäres Skelet Carpenter's) bilden sich jedoch hier (T. baculatus) noch weit ansehnlichere und zum grössten Theil in die Ebene der anfänglichen Kämmerchenspirale fallende Ansammlungen von nicht perforirter Schalensubstanz, die sich radiär stachelartig (3), ähnlich wie die Stacheln bei Calcarina, über die Peripherie der Schale hinaus erstrecken und ziemlich zugespitzt in mehr oder minder ansehnlicher Längenentwickelung endigen. Ein reichlich entwickeltes Kanalsystem durchzieht diese Stacheln, um auf

ihrer freien Aussenfläche zu münden, und setzt sich andererseits auch mit den anliegenden Kämmerchenhöhlungen in Verbindung. Auch in die Kämmerchenwandungen soll sich nach Carpenter dieses Kanalsystem erstrecken.

Weit einfacher gestaltet sich der Bau bei dem Tinoporus vesicularis, dessen allgemeine Gestalt schon oben erwähnt wurde. Hier fehlt mit der Ausbildung besonderer Züge unperforirter Substanz auch die Entwickelung eines Kanalsystems. Carter*) will daher diese Art gar nicht als hierher gehörig gelten lassen, sondern erhebt sie sammt einer von ihm beobachteten Form, die flache, melobesia-artige Ueberzüge auf Korallen etc. bildet, zu einer besonderen Gattung Gypsina.

Einen eigenthümlichen Formtypus, Patellina Williams., glauben wir hier, des leichteren Verständnisses wegen, gleichfalls im Anschluss an die Gattung Orbitoides besprechen zu dürfen, obgleich die näheren verwandtschaftlichen Beziehungen dieser im Ganzen bis jetzt nur unzureichend erkannten Formen, noch keineswegs als sicher gestellt betrachtet werden dürfen. Die einfacheren Ausbildungszustände zeigen Bauverhältnisse, die in ziemlich hohem Grade für einen Anschluss an gewisse Rotalinen sprechen, wohin denn auch die Gattung Patellina von den meisten Forschern gestellt wird. Die äussere Gestaltung ist im Ganzen charakteristisch für unsere Gattung, indem dieselbe stets eine höher oder flacher kegelförmige ist (IX. 9a—b). Bei der einfachst gebauten Form findet sich auf der Spitze dieses Kegels eine Embryonalkammer, um die sich eine spiralig-schraubig geordnete Kammerlage herumlagert, welche jedoch bald, ganz ähnlich wie dies bei der früher erwähnten Pulvinulina vermiculata geschieht, in Umgänge übergeht, welche nur aus zwei schmalen bandförmigen Kammern bestehen. Diese letzteren Kammern lagern sich mehr oder weniger regelmässig alternirend um einander. Der von dieser eben geschilderten einfachen Kammerlage gebildete dünne Mantel des Kegels umschliesst eine weite axiale oder Nabelhöhle, die von einer Ablagerung secundärer Schalensubstanz mehr oder weniger ausgefüllt wird. Die beschriebenen halbkreisförmigen Kammern lassen unter sich keinerlei deutliche Communikationen wahrnehmen und ihre Hohlräume werden mehr oder minder vollständig, jedoch nie gänzlich, durch von der Aussenwand hereinwachsende secundäre Septen in Kämmerchen getheilt. Bei einer sich hieran anschliessenden, wie die eben erwähnte, gleichfalls recenten Form (IX. 9), ist die Theilung der Kammern in Kämmerchen eine völlige, so dass sich zwischen den einzelnen Kämmerchen keine Communikationen mehr auffinden lassen, und dies um so mehr, als die secundären Septen solid sind, während die äussere Wandung jedes Kämmerchens von einer geringen Zahl von Poren durchbrochen wird. Weiterhin hat sich jedoch bei dieser Form ein völlig cyklisches Wachsthum der Kammern ausgebildet, so dass auf die verhältnissmässig

*) A. m. n. h.

grosse Embryonalkammer der Kegelspitze sogleich völlig cyklisch geschlossene Kammern folgen, welche in die erwähnten Kämmerchen untergetheilt sind. Auch die Ausfüllungsmasse der Nabelhöhle (9b) zeigt hier eine Weiterbildung, da sie von einem lacunenartigen Netzwerk secundärer Kämmerchen durchzogen wird. Es lässt sich daher die letztbesprochene Form auch wohl mit einem Orbitoides vergleichen, dessen Mediankammerlage, statt scheibenförmig in einer Ebene ausgebreitet zu sein, eine kegelmantelartige Entwickelung genommen hat und bei welchem die Ablagerung secundärer Schalenmasse, sowie die von ihr bedingte Bildung secundärer Kämmerchen, nur auf einer und zwar der Unterseite der Hauptkammerlage stattgefunden hat. Noch mehr Uebereinstimmung mit der Ausbildung der accessorischen Nebenkämmerchenschichten bei Orbitoides scheint die Ablagerung der Nabelhöhle bei gewissen fossilen, bedeutend grossen Patellinen zu besitzen. Hier sind zunächst diese zahlreichen Schichten von Nebenkämmerchen so geordnet, dass wie bei Orbitoides oder Tinoporus die Kämmerchen der verschiedenen Schichten in vertikalen Reihen übereinandergelagert sind. Auch tritt wenigstens bei einem Theil der hierhergehörigen Formen auf der Kegelbasis eine ähnliche netzartige Zeichnung hervor, wie wir sie oben bei Orbitoides und Tinoporus kennen gelernt haben, wie denn auch die zwischen den senkrechten Reihen von Nebenkämmerchen sich findenden soliden Pfeiler, die mit ihren Breitenden tuberkelartig über die Oberfläche der Kegelbasis hervorragen, sich hier wiederfinden.

Etwas abweichend verhält sich bei letzteren Formen z. Th. die den Kegelmantel bildende Lage der Hauptkämmerchen. Dieselben können nämlich nochmals durch tertiäre, nicht völlig die Kammerräume durchsetzende Scheidewände in Kämmerchen tertiärer Ordnung getheilt sein, oder aber es kann das cyklische Wachsthum in dieser Kämmerchenlage unterbleiben, so dass dieselbe sich in Form einer regulär schraubenspiraligen Röhre darstellt, welche durch zahlreiche Scheidewände in Kämmerchen getheilt ist, so dass also in letzterem Fall eine Ausprägung der primären Kammerabschnitte, wie wir sie bei den seither besprochenen Formen kennen gelernt haben, sich nicht zu finden scheint.

Den Abschluss unserer Betrachtung der morphologischen Eigenthümlichkeiten des Schalenbaues der Rhizopoden möge ein, wie es scheint, sehr eigenthümlicher Typus bilden, der gewöhnlich den Rotalinen näher angeschlossen wird, welche Anreihung mir jedoch im Ganzen wenig gesichert erscheint; es ist dies die Gattung Polytrema (IX. 11a—b). Unter den jetzt Lebenden steht dieselbe sehr vereinzelt, wogegen sie mit gewissen fossilen, aber ihrer Natur nach noch nicht völlig sichergestellten Formen eine Anzahl Structureigenthümlichkeiten theilt. Wir meinen hier einmal die so eigenthümliche, nach Carpenter und Brady eine sandschalige Foraminifere darstellende Parkeria und dann die palaeozoische Gruppe der Stromatoporidae, in deren Nähe zuweilen auch das zweifelhafte Eozoon gebracht wird.

Wie bemerkt, ist allein die recente Gattung Polytrema allseitig als Rhizopode anerkannt, obgleich ihr Aeusseres sehr abweichend von den meisten seither besprochenen Formen ist und weit mehr das Bild eines kleinen Korallenskelets (Edelkoralle), als das einer Rhizopodenschale darbietet (11 a).

Mit einigen Worten müssen wir daher hier zunächst des Gesammthabitus gedenken. Von einem mehr oder weniger dicken, stammartigen und mässig hohen, festgewachsenen Basalstock erheben sich eine Anzahl mehr oder minder entwickelter, verzweigter oder unverzweigter Aeste, deren Enden geöffnet sind, wenn man auch im Ganzen nur selten noch intakte Astenden trifft. Was den feineren Bau betrifft, so bemerkt man zunächst an der Basis eine Anzahl unregelmässig gehäufter bis spiralig angeordneter Anfangskammern, deren äussere Schalenwandung feinperforirt ist, wogegen die Septen solid sind. Das Weiterwachsthum vollzieht sich durch eine ziemlich unregelmässige Aufeinanderhäufung von Kammern, die sich rasch lamellenartig in die Breite ausdehnen und sehr nieder werden. Zugleich bildet sich an diesen Kammern ein sehr eigenthümlicher Charakter aus. In mehr oder weniger regelmässigen Abständen senkt sich nämlich die Schalenwandung, indem sie gleichzeitig ihre Perforation verliert, zu hohlen Pfeilern nach Innen ein (11 b 1 s), die sich auf die Aussenfläche der unterliegenden Kammer aufsetzen. In Höhe, Dicke und Weite des Lumens unterscheiden sich diese Pfeiler beträchtlich und z. Th. werden sie auch durch Obliteration ihrer Lumina solid. Die Lumina der hohlen Pfeiler führen natürlich durch eine porenartige Oeffnung auf der Aussenfläche der Kammerwand in den Hohlraum der aufliegenden Kammer oder, wo solche fehlt, nach aussen. Durch diese hohlen Pfeiler wird jedoch gleichzeitig eine Communikation der Kammerräume unter einander und mit der Aussenwelt hergestellt, indem die Pfeiler an der Basis sehr gewöhnlich (ob immer?) eine ziemlich ansehnliche Oeffnung besitzen (11 b, o). Die Bauweise der Aeste ist noch nicht ganz sicher ermittelt, scheint jedoch im Princip in der Weise sich zu gestalten, dass eine oder mehrere über einander gelagerte Kammerlamellen in einen astartigen hohlen Fortsatz auswachsen, wobei sich die Pfeiler in der innersten Kammerröhre eines solchen Astes nicht mehr gegen eine unterliegende Wandung, sondern gegen einander stützen. An den Enden sind, wie schon gesagt, die Zweige geöffnet. Weiter im Inneren des basalen Stammes zuweilen sich findende grössere Räume werden von Carter*) durch nachträgliche Resorption erklärt, wogegen es mir eher scheinen will, dass dieselben davon herrühren, dass bei fortgesetztem Wachsthum die ursprünglich freien Basen der Zweige mit ihren weiteren Höhlen in den Stamm eingeschlossen wurden.

In Kürze möge denn hier noch eine Darstellung der Hauptzüge der Bauweise jener oben schon erwähnten fossilen und zweifelhaften Parkeria folgen, wodurch die bis zu einem gewissen Grade vorhandene Aehnlich-

*) A. m. n. h. 4. XVII.

keit mit dem geschilderten Bau von Polytrema erhellen dürfte. Diese bis zu 2 englischen Zoll im Durchmesser erreichende, gewöhnlich ziemlich regulär kugelige Form (V. 23) soll nach Carpenter und Brady (88) eine kalksandschalige Imperforate sein, jedoch dürften bezüglich des einen wie des anderen Charakters noch einige Zweifel erlaubt sein, wie wir sie oben schon für die ähnlich geschilderte Loftusia geltend machten.

Eigenthümlich ist der Bau der von Carpenter geschilderten Centralkammern bei Parkeria, welche in grösserer Zahl in gerader Linie und in einem Radius der kugeligen Schale angeordnet sein sollen (23, c_1—c_4), so dass die älteste und kleinste am meisten peripherisch, die jüngste und grösste hingegen im Centrum der Kugel gelegen ist. Carter*) bestreitet jedoch die Natur dieser vermeintlichen Centralkammern, und hält sie für einen Fremdkörper, welcher von der Parkeria überwachsen wurde. Nach ihm sollen verschiedenartige Bruchstücke von Cephalopodenschalen oder auch Aggregate von kleineren Rhizopodenschalen und Schwammnadeln die Stelle dieser vermeintlichen Centralkammern vertreten können.

Um diesen Centraltheil lagern sich nun zahlreiche kugelige Schalenlamellen (l_1—l_4) herum, welche durch Zwischenräume, die etwa primären Kammerräumen der Rhizopoden gleichzustellen wären, von einander getrennt werden. Jede dieser Lamellen besteht aus zwei Schichten, einer inneren dünneren und angeblich soliden und einer äusseren dickeren labyrinthisch röhrigen, die sich, wie die Schalensubstanz überhaupt, aus verkitteten Sandkörnchen aufbauen soll. Zwischen den einzelnen Schalenlagen wird die Verbindung durch pfeilerartige oder kegelförmige hohle Radialbalken hergestellt (23b, rp, 23a D, A, B). In den Centraltheilen der Schale sollen diese Pfeiler fast nur von der soliden Innenlamelle gebildet werden, während sie in den äusseren Theilen eine sehr ansehnliche Umhüllung von der labyrinthischen Aussenschicht erhalten (23b, rp). Auf der Aussenfläche jeder Schalenlage öffnen sich die Hohlräume der sie stützenden Pfeiler in den nächstfolgenden Kammerraum. Ausserdem setzen sich jedoch auch die Hohlräume der labyrinthischen Schichten je zweier aufeinanderfolgender Schalenlagen durch die Vermittelung der Pfeiler in directe Verbindung.

Wir erkennen aus diesem Verhalten, dass hauptsächlich durch die hohlen Pfeiler und ihre Beziehung zu den von ihnen in Verbindung gesetzten Schalenlagen zwischen Parkeria und der früher geschilderten Polytrema eine gewisse Aehnlichkeit hergestellt wird.

Auf ähnliche Verhältnisse gründen sich auch die von einer Reihe von Forschern betonten Beziehungen zwischen der Gattung Polytrema (und den Rhizopoden überhaupt) und der eigenthümlichen Abtheilung der sogen. Stomatoporiden.**)

---

*) A. m. n. h. 4. XIX.

**) Vergl. über diese zweifelhafte Gruppe, sowie über das Eozoon den systemat. Abschnitt.

Abnorme Schalenbildungsverhältnisse.

Unter den mannigfachen Abnormitäten und Missbildungen der Schalen unserer Rhizopoda, die gelegentlich zur Beobachtung gekommen sind, sind hauptsächlich die eigenthümlichen Doppelbildungen von Interesse, welche sowohl bei monothalamen wie polythalamen Schalen sich zuweilen finden. Bei den monothalamen Süsswasserbewohnern sind derartige Fälle bis jetzt nur sehr selten beobachtet worden, jedoch zeigt eine Beobachtung von Hertwig und Lesser an Trinema, dass sie auch hier nicht völlig fehlen. Bei letzterer Form beobachteten H. und L. ein Monstrum, das sich etwa wie 2 Einzelindividuen darstellte, die mit ihren vorderen Enden verschmolzen und in einem Winkel von etwa 100° zusammengestellt waren; auch eine eigenthümliche, fast wie in Theilung sich repräsentirende Arcella vulgaris, die vom Verf. gelegentlich beschrieben wurde, darf zu der Kategorie dieser Bildungsabweichungen gezählt werden.

Gar nicht sehr selten scheinen sich derartige Doppelbildungen dagegen bei der monothalamen Gattung Lagena zu finden und hierhergehörige Exemplare sind schon von Williamson (61), Parker und Jones (79), Alcock (86) und Anderen beschrieben worden. Sie repräsentiren sich in Gestalt von flaschenförmigen Lagenagehäusen, die an ihrem Hinterende durch eine mehr oder weniger tiefgreifende Einfurchung in zwei Lappen getheilt sind (VII. 22) oder erscheinen wie zwei Lagenen, die mit ihren Hinterenden verschmolzen sind (VII. 18). Andersartig dagegen sind die auch gar nicht so selten bei dieser Gattung anzutreffenden Doppelbildungen, welche den Uebergang zu den polythalamen Nodosarinen vermitteln. Hier ist seitlich oder auf das Mündungsende einer Lagena eine zweite Kammer mehr oder minder regelmässig aufgesetzt (X. 21).

Wie gesagt, sind derartige Doppelbildungen jedoch auch bei Polythalamen gelegentlich beobachtet worden und während ihre Bildungsweise bei Lagena und anderweitigen Monothalamen im Ganzen ohne grosse Schwierigkeit verständlich wird, dürfte sich für die zu erwähnenden Polythalamien die Frage nach der Bildung solcher Vorkommnisse etwas schwieriger gestalten. Da bis jetzt genauere Untersuchungen des feineren Schalenbaues nicht vorliegen, so lässt sich auch vermuthungsweise nur wenig in dieser Richtung äussern. Speciell die Gattung Polystomella unter den Nummuliniden scheint eine Neigung zu derartigen Missbildungen zu besitzen. M. Schultze hat solche von Polystomella strigilata beschrieben, bei welchen sich der letzte Umgang in zwei neben einander herlaufende Umgänge spaltet, so dass die Schale Aehnlichkeit mit einem Verwachsungszwilling erhält. Entsprechende Vorkommnisse haben weiterhin Parker und Jones von P. striatopunctata bekannt gemacht.*)

Sehr bemerkenswerth sind fernerhin die eigenthümlichen Abnormitäten,

*) Beschreibungen weiterer Monstrositäten von Nodosaria und Marginulina sollen sich bei Reuss (Die Verstein. d. böhm. Kreideform. 1. Abth. 1845) finden.

welche die Gattung Orbitolites zuweilen darbietet und die gleichfalls der Kategorie der eben besprochenen Bildungen wohl angereiht werden dürfen.*) So sind zuweilen Exemplare von Orbitolites gefunden worden, bei welchen die eine Hälfte der Scheibe von regulärem Bau war, während die entgegenstehende Hälfte sich in zwei unter mehr oder minder grossem Winkel von einander abstehende Scheiben spaltete. Eine derartige Monstrosität lässt sich wohl in ähnlicher Weise als eine Art von Doppelbildung betrachten, wie die früher geschilderten von Polystomella. Etwas abweichender, wenn auch im Princip wohl auf entsprechende Bildungsvorgänge zurückführbar, sind die gleichfalls nicht gar seltenen Exemplare von Orbitolites, bei welchen aus einer regulär gebauten Scheibe sich einseitig eine vertikal aufgesetzte halbe Scheibe erhebt, die entweder von gleichem Durchmesser wie die Hauptscheibe ist, oder aber nur die Hälfte dieser erreicht, in welch letzterem Fall sie sich dann über einem Radius der Hauptscheibe erhebt. Andererseits reihen sich hier dann noch weitere Formen an, bei denen eine oder mehrere, jedoch weniger vollständige Scheiben sich von der Hauptscheibe zu erheben vermögen, die häufig nur peripherisch zur Ausbildung gelangen und durch welche Formen der Anschluss an die früher schon kurz erwähnten gefalteten und mit radialen Auswüchsen versehenen grossen Formen vermittelt zu werden scheint.

4. Der Bau des Weichkörpers der Rhizopoda.

α. Allgemeine Gestaltsverhältnisse des Weichkörpers.

Die Gestalt des protoplasmatischen Weichkörpers der beschalten Rhizopoda wird natürlich von der Gestaltung der Schale, sei diese nun völlig oder nur z. Th. von demselben erfüllt, bestimmt. Bei der grossen Mehrzahl der unbeschalten Rhizopoda hingegen ist die Gestalt des Weichkörpers eine mehr oder minder unregelmässig wechselnde, wie es die in sehr verschiedener Weise sich entwickelnden Pseudopodien während des beweglichen Zustandes bedingen. Dennoch lässt sich bei einer Reihe von Formen, trotz der wechselnden Gestaltungszustände, eine gewisse Grundgestalt mehr oder minder deutlich erkennen.

Im Allgemeinen scheint wenigstens für eine beträchtliche Zahl dieser nackten Rhizopoden eine allseitig abgerundete, kugelige Gestaltung als Grundform des Körpers festgehalten werden zu dürfen, da wir sehen, dass unter gewissen Verhältnissen, die eine Unterbrechung der Bewegung und der Pseudopodienentwickelung hervorrufen — so bei dem Uebergang in den Ruhezustand (bei der Encystirung), fernerhin bei der Einwirkung von Inductionsschlägen, sowie z. Th. auch chem. Reagentien — der betreffende Rhizopodenkörper sich der Kugelgestalt nähert. Wie bemerkt,

*) Vergl. bei Carpenter (74).

bewahren aber auch eine Reihe von Formen eine gewisse Grundgestalt ihres Weichkörpers trotz reichlicher und wechselnder Pseudopodienbildung ziemlich dauernd bei. Zunächst haben wir hier Formen zu erwähnen, bei welchen es überhaupt nicht zur Entwicklung eigentlicher Pseudopodien kommt, sondern wo sich der Rhizopodenkörper ohne tiefgreifende äussere Gestaltveränderungen, so zu sagen, fliessend fortbewegt, gewissermaassen ein einziges Pseudopodium darstellend. Als Beispiele dieser Art können wir zunächst die bekannte Amoeba Guttula Duj. (II. 3) (in deren Nähe jedenfalls auch die Gattung Hyalodiscus H. u. L. gehört) aufführen. Wir finden hier einen scheibenförmig abgeflachten Körper, von nahezu kreisrunder bis ovaler Gestalt, der tropfenartig und sehr anhaltend in einer und derselben Richtung hinfliesst, ohne seine Gesammtgestaltung namhaft zu ändern. Aehnlich sehen wir bei der Amoeba Limax Duj. (II. 2) und einigen Verwandten eine mehr bandartig gestreckte Form fast ohne Pseudopodienentwickelung hingleiten.

Auch die Formen mit reichlicher Entwickelung von Pseudopodien, seien letztere nun von einfacher stumpfer, bis zarter und verästelter Gestaltung, lassen gewöhnlich eine gewisse Grundgestalt des Pseudopodien aussendenden Weichkörpers erkennen und zwar nähert sich derselbe gleichfalls entweder mehr der kugeligen bis scheibenförmigen oder der in einer Richtung ausgezogenen, bandförmigen Gestalt.

Ob eine dauernde, bestimmte Gestaltung des Weichkörpers sich bei einem völlig nackten Rhizopoden findet, ist eine Frage, welche keineswegs sicher entschieden scheint, wenngleich jedenfalls für eine Anzahl Formen von monaxonem Bau die Schalenhaut, wenn sie überhaupt entwickelt ist, eine so zarte Beschaffenheit besitzt, dass die dauernde und bestimmte Gestaltung des Körpers bei der Schmiegsamkeit der Membran ohne Zweifel vorzugsweise von der Formbeständigkeit des Weichkörpers bedingt wird.

Als hierhergehörige Beispiele dürfen aufgeführt werden der nach Claparède und Lachmann schalenlose Petalopus (II. 13) mit etwa ovalem, vorn abgestutztem Körper, von welchem abgestutzten Körperende die eigenthümlichen Pseudopodien entspringen. Auch die im Allgemeinen durch ähnliche Gestaltung sich auszeichnende Gattung Plagiophrys ist nach ihren Entdeckern Claparède und Lachmann schalenlos und F. E. Schulze konnte sich bei den von ihm beobachteten hierhergehörigen Formen ebenfalls nicht von der Existenz einer Schalenhaut überzeugen. Zweifelhaft in dieser Hinsicht erscheint ferner noch die Gattung Diplophrys mit ihren von beiden Polen des ovalen Körpers entspringenden Pseudopodienbüscheln. Uebrigens ist ja die Schwierigkeit des Nachweises zarter Schalenhäutchen genugsam bekannt und andererseits eine, wenn auch nur zeitweise, Formbeständigkeit des Weichkörpers der Rhizopoda, bei der Regularität der von ihm erzeugten Schalenbildungen, nicht wohl zu bezweifeln.

β. Beschaffenheit des Protoplasmas des Rhizopodenkörpers im Allgemeinen.

Im Ganzen haben wir in diesem Abschnitt nur wenige Bemerkungen beizubringen, da die Schilderung der allgemeinen Eigenschaften und des Verhaltens des Protoplasmas der Protozoën, die wir in der allgemeinen Einleitung zum Gegenstand unserer Betrachtung erwählt haben, auch für die Rhizopoden im Besonderen ihre Gültigkeit besitzt.

Die physikalischen Erscheinungen des Rhizopodenprotoplasmas können beträchtlichen Schwankungen unterworfen sein. Schon das optische Verhalten lässt in manchen Fällen einen Schluss auf die bei verschiedenen Formen sehr verschiedene Consistenz zu. Ein geringeres Lichtbrechungsvermögen deutet im Allgemeinen auf eine geringere Consistenz, auf eine flüssigere Beschaffenheit hin, umgekehrt ein stärkeres auf einen geringeren Grad von Verflüssigung. In gleicher Weise lässt sich aus der Art der Bewegung ein Schluss in dieser Hinsicht ziehen, da eine rascher strömende Bewegung und Verschiebung der Plasmatheilchen gegeneinander gleichfalls eine mehr flüssige Beschaffenheit des betreffenden Plasmas anzuzeigen scheint, wie trägere Bewegungsvorgänge das Gegentheil wohl vermuthen, jedoch nicht mit Bestimmtheit voraussetzen lassen. In wie weit die später noch zu besprechenden Gestaltsverschiedenheiten der Pseudopodien mit der verschiedenen Consistenz des Protoplasmas im Zusammenhang stehen und daher einen Rückschluss auf die Protoplasmaconsistenz gestatten mögen (wie dies zuweilen angenommen worden ist; vergl. bei Mereschkowsky [118]), scheint sehr wenig sicher. Jedenfalls scheint es nicht zulässig, die Entwickelung feiner, zarter Pseudopodien in einen directen Zusammenhang mit einer mehr schwerflüssigen Beschaffenheit des Protoplasmas zu bringen und umgekehrt, da ja häufig gerade sehr zarte Pseudopodien durch ihre sehr lebhaften Strömungserscheinungen auf eine mehr flüssige Beschaffenheit ihres Protoplasmas hindeuten.

Als Beispiele protoplasmatischer Rhizopodenkörper von dichterer, grösserer Consistenz darf hier wohl an die grossen in der Erde lebenden Amöben erinnert werden, bei welchen wenigstens die peripherische Körperpartie eine solche hohe Consistenz zu besitzen scheint, wogegen zahlreiche kleinere Amöben sich durch sehr leicht fliessende Beschaffenheit ihres Plasmas auszeichnen.*) Im Allgemeinen scheint auch für die zahlreichen in süssem Wasser lebenden, einkammerigen Formen mit spitzigen und im Ganzen wenig verästelten und wenig anastomosirenden Pseudopodien eine zähere Consistenz des Plasmas gegenüber den marinen Reticulaten, mit ihrer gewöhnlich so lebhaften Körnchenströmung der Pseudopodien, festgehalten werden zu dürfen. Im Speciellen dürfte jedoch der Consistenzgrad bei einer und derselben Form zu verschiedenen Lebenszeiten wechselnd

*) Die sich zuweilen bei Amöben, wie auch der grossen Pelomyxa, durch lebhafte Molekularbewegung der feinkörnigen Einschlüsse des Endoplasmas ausspricht.

sein, wie sich dies z. B. mit einiger Berechtigung aus dem verschiedenen Verhalten der Amoeba radiosa (jedoch auch zahlreicher anderer in bald trägeren, bald rasch beweglichen Zuständen sich findender Formen) wird entnehmen lassen. Erstgenannte Form sehen wir ziemlich plötzlich aus einem starren, mit langen, wenig beweglichen Pseudopodien ausgerüsteten Zustand in einen recht beweglichen, durch stumpfe, breite Fortsätze fortschreitenden, übergehen, was wohl mit einer Veränderung in der Consistenz des Plasmas verknüpft sein dürfte.

Eine dichtere Beschaffenheit scheint das Plasma ferner nicht selten bei dem Uebergang in den encystirten Zustand anzunehmen, indem hiermit, wie wir später noch genauer zu betrachten haben werden, nicht selten eine Volumverminderung verbunden ist und sich auch eine dichtere Beschaffenheit schon durch die erhöhte Lichtbrechung des encystirten Plasmakörpers kundgibt.

Was die Structurverhältnisse betrifft, so müssen wir zunächst das Vorkommen ganz structurlosen, hyalinen Plasmas anerkennen, möge dies nun, wie dies z. Th. bei gewissen Formen der Fall ist, den ganzen Weichkörper bilden oder nur eine äusserliche Zone desselben.

In den meisten Fällen jedoch bietet das Plasma eine äusserst feinkörnige Beschaffenheit dar, und es unterliegt wohl keiner Frage, dass wir in dieser gleichmässig durch das ganze Plasma, oder doch einen bestimmten, von dem übrigen in dieser Hinsicht differenzirten Theil, sich erstreckenden Granulation ein bestimmtes Structurverhältniss zu erkennen haben; wiewohl häufig die feine Granulation, welche wir hier im Sinne haben, von den verschiedenen Forschern nicht hinreichend scharf von körnigen Einschlüssen, wie sie in sehr mannigfacher Ausbildung anzutreffen sind, unterschieden wurde. Weitere Structurverhältnisse scheinen nur selten zur Ausbildung zu kommen, beschrieben wird zwar z. Th. eine netzförmig-faserige Structur gewisser Amöben,*) jedoch könnte diese Erscheinung sich wohl, wie unten noch gezeigt werden wird, auf eine allgemeine Vacuolisation zurückführen lassen. Eine eigenthümliche faserige Structur des Plasmas wurde von mir bei einer grossen Amöbe beobachtet (II. 4).**)

γ. Differenzirung des Plasmas in besondere Zonen oder Regionen.

Wie schon mehrfach hervorgehoben, wird bei einer sehr grossen Zahl von Rhizopoden der gesammte Weichkörper von durchaus gleichmässiger Plasmamasse gebildet. Hierher gehört vor Allem die grosse Zahl der marinen Rhizopoden, die Perforata also durchaus und von den Imperforata ein grosser Theil. Von nackten Formen gehört hierher ein Theil der Amöben (einschliesslich Protamoeba); auch bei der ansehnlichen Pelomyxa lässt sich kaum von einem ständig differenzirten Aussenplasma

*) S. bei Heitzmann, Sitzungsb. d. Wien. Akad. 1873. III. Abth.
**) Ztschr. f. w. Z. Bd. 30.

reden. Auch die marinen Monerenformen Protomyxa, Myxodyctium und Protogenes, welche wir gleichfalls unter die Rhizopoden (in unserem Sinne) einreihen, zeigen keinerlei Unterscheidung von besonderen Plasmaregionen. Ebenso ist bei den beschalten Süsswasserformen im Allgemeinen nicht viel von der Differenzirung einer besonderen Rindenschicht wahrnehmbar, wenn sich auch die oberflächlichste Schicht des Weichkörpers häufig etwas freier von körnigen Einschlüssen zeigt. Dennoch erkennt man bei letzteren Formen eine Hinneigung zur Sonderung des Plasmas, indem die Pseudopodien gewöhnlich eine hyaline, von körnigen Einschlüssen wenigstens ganz freie Beschaffenheit zeigen, ihre Bildung demnach durch lokales Zusammenströmen reinen, von Einschlüssen freien Plasmas geschehen muss.

Eine mehr oder minder scharf ausgeprägte Sonderung des Plasmas in eine oberflächliche Rinden- und eine Marksubstanz (Ectosark und Entosark, Ectoplasma und Entoplasma) zeigt sich hingegen bei einem Theil der nackten Formen. Zahlreiche Amöben und amöbenartige Organismen (wie die Gattungen Hyalodiscus H. u. L., Dactylosphaera H. u. L., Gloidium Sorok., Plakopus F. E. Sch.) zeigen eine oberflächliche, mehr oder weniger dicke, aus hyalinem Protoplasma gebildete Rindenschicht (I. 11, 12; II. 1, 5, 6), welche ein körniges Entoplasma umschliesst. Besondere Structurverhältnisse dieses Ectoplasmas, wie sie uns bei anderen Protozoën noch begegnen werden, sind hier, soweit bekannt, niemals vorhanden. Eine scharfe Grenze existirt natürlich zwischen dem hyalinen Ecto- und dem körnigen Entoplasma nicht, wie auch schon daraus hervorgeht, dass bei gewissen Amöben und auch Pelomyxa, wo für gewöhnlich ein Ectoplasma sich nicht unterscheiden lässt, unter gewissen Verhältnissen eine solche hyaline, äussere Plasmalage auftritt, die sich demnach hier in gleicher Weise aus dem körnigen Plasma hervorgebildet haben muss, wie sich, lokal begrenzt, ein hyalines Pseudopodium aus einem aus körnigem Plasma bestehenden Rhizopodenkörper entwickelt.*)

Eine Differenzirung gewisser Körperregionen kann sich jedoch auch noch in anderer Weise an dem Leibe gerade solcher Rhizopoden hervorbilden, welchen die oben schon geschilderte Unterscheidung von Ecto- und Endoplasma abgeht.

Bei einer Reihe von Euglyphinen und Gromiinen lassen sich 2, auch 3 hintereinander gelegene Abschnitte des monaxonen Körpers dadurch unterscheiden, dass sich die später noch genauer zu erwähnenden, körnigen Einschlüsse vorzugsweise in der mittleren Körperregion anhäufen (III.

*) In neuerer Zeit wurde von zwei italienischen Forschern, Maggi und Cattaneo, bei der eigenthümlichen amöbenartigen Gattung Podostoma Clp. u. L. (vergl. hierüber den systemat. Abschnitt), weiterhin jedoch auch bei Arcella, noch eine dritte, zwischen Ecto- und Entoplasma sich einschiebende Region als „Mesoplasma“ unterschieden. Diese Mesoplasmaregion soll hauptsächlich durch die Einlagerung der contractilen Vacuolen charakterisirt sein. Bis jetzt scheint mir, die Berechtigung zur Unterscheidung eines solchen Mesoplasma noch nicht genügend begründet zu sein. (Vergl. Rendic. R. Ist. Lomb. 2, IX; Atti soc. ital. d. sc. n. XXI).

12a, 17a), während die vordere wie auch die hintere, den Kern einschliessende Region homogen bleiben; häufig dehnt sich jedoch die körnige Erfüllung auf die gesammte vordere Körperhälfte aus, so dass dann nur zwei Abschnitte hervortreten (so Euglypha, Trinema, Lecythium, Platoum). Auch das umgekehrte Verhalten wird angetroffen, so bei Cyphoderia, wo der hintere, kernhaltige Abschnitt sich durch seinen Körnerreichthum von dem vorderen unterscheidet (III. 13). Natürlich ist in solchen Fällen die Scheidung dieser Regionen noch weniger scharf als in den gewöhnlichen Fällen der Differenzirung in Ecto- und Entoplasma.

Eine, an die soeben erwähnte erinnernde, Regionenbildung wird auch gewöhnlich, doch ohne scharfe Scheidung in einzelne Regionen, im Körper der polythalamen marinen Rhizopoden durch die Vertheilung des fast regelmässig vorhandenen, feinkörnigen Farbstoffes hervorgerufen. Die grösste Anhäufung desselben findet sich in den ältesten Kammern, wogegen sich seine Menge in den jüngeren successive verringert, so dass das Protoplasma der jüngsten oder auch noch das mehrerer vorletzten Kammern nahezu oder völlig farblos erscheint.

δ. Färbung des Protoplasmas.

In den allermeisten Fällen besitzt das Plasma der Rhizopoden keine besondere Färbung, sondern zeigt die bekannte, schwach bläulich-grüne, zuweilen auch mehr gelbliche Färbung, welche dem Protoplasma unter dem Mikroskop überhaupt eigenthümlich ist. Es scheint überhaupt fraglich, ob jemals eine intensivere eigenthümliche Färbung des Plasmas sich findet; es dürften sich vielmehr die wenigen Fälle, in welchen eine Färbung des Plasmas selbst angegeben worden ist, doch vielleicht auch als zu der gewöhnlichen Kategorie gehörig herausstellen, wo nämlich die scheinbar diffuse Färbung durch sehr fein vertheilten Farbstoff bedingt wird. So gibt z. B. Häckel für seine Protomyxa aurantiaca auch neben dem Vorhandensein eines röthlichen bis orangerothen Farbstoffs eine gelbröthliche Färbung des Protoplasmas selbst an. So erwähnen ferner Carpenter, Jeffreys und Thomson*) eines Rhizopoden mit olivengrüner Sarkode.

ε. Besondere Einschlüsse des Protoplasmas.

ε^1. Nichtcontractile Vacuolen, Gasblasen und eigenthümliche Producte des Stoffwechsels.

Nichtcontractile Flüssigkeitsräume (Vacuolen) sind eine sehr gewöhnliche Erscheinung im Protoplasma der Rhizopoden und treten in sehr verschiedener Grösse und Zahl auf (I. 1a). Gewöhnlich finden sie sich vereinzelter im Weichkörper, und wo derselbe eine Sonderung in Ecto- und Entoplasma zeigt, in diesem letzteren zerstreut; seltener hingegen wird

*) Proc. roy. soc. XVIII.

ihre Zahl so beträchtlich, dass das sie trennende Plasma nur noch ein Maschenwerk von Scheidewänden zwischen ihnen herstellt, das Plasma eine schaumige oder alveoläre Beschaffenheit annimmt. Ein derartiges Verhalten begegnet uns z. B. gewöhnlich bei Pelomyxa (II. 6g), auch bei gewissen Amöben tritt ähnliches mehr oder weniger deutlich hervor (so z. B. bei der von Mereschkowsky [118] beschriebenen A. alveolata und der neuerdings von R. Lankester aufgestellten Gattung Lithamoeba*); auch bei Plakopus ruber ist nach F. E. Schulze eine schaumige Beschaffenheit eines Theils des Körpers ziemlich häufig).

Der Betrachtung der contractilen Vacuolen werden wir einen besonderen Abschnitt widmen.

Eine sehr eigenthümliche Erscheinung im Protoplasma gewisser Süsswasserrhizopoden bildet das zeitweilige Auftreten von Gasvacuolen. Zuerst wurde dieses Phänomen von Perty bei Arcella beobachtet**), bei welcher Gattung dasselbe auch späterhin am häufigsten studirt wurde; weitere Beobachtungen hierüber rühren von Engelmann, Bütschli, Entz und du Plessis***) her, die das Vorkommen solcher Gasblasen auch bei Difflugia und Amoeba constatirt haben. Wie schon der erste Beobachter derselben richtig fand, dienen sie den betreffenden Organismen gewissermaassen als Schwimmblasen zur Erhebung und zum Schwimmen im Wasser, oder auch nur, wie dies z. B. bei Arcella beobachtet wurde, zur Veränderung der Lage des Thieres, Aufrichtung oder Umkehrung desselben. Die Entwickelung des Gases geschieht nach Engelmann bei Arcella sehr plötzlich und wachsen die Blasen in etwa 5—20 Minuten zu ihrer häufig recht beträchtlichen Maximalgrösse heran. Ihre Zahl ist sehr verschieden; während bei Arcella gewöhnlich 2—5, zuweilen jedoch auch bis 14, beobachtet wurden, scheint bei Difflugia gewöhnlich nur eine einzige, dafür jedoch desto ansehnlichere, zur Ausbildung zu kommen. Auch bei Amoeba wurden von Entz mehrere Blasen beobachtet. Im Ganzen scheinen sie, wie sie rasch entstanden, auch rasch wieder zu vergehen. In 5—10 Minuten, oder auch noch kürzerer Zeit, können sie vom umgebenden Protoplasma wieder völlig absorbirt werden. Ueber die Natur des entwickelten Gases liegen bis jetzt kaum Beobachtungen vor, Bütschli glaubt, wegen der raschen Absorption desselben durch Kalilauge, auf CO_2 schliessen zu dürfen.

Wie bei den Protozoën sehr gewöhnlich, wird auch bei den Rhizopoden die in den Körper eingeführte Nahrung häufig von Flüssigkeit umgeben, in Vacuolen eingeschlossen, so dass wir also auch hier Nahrungsvacuolen antreffen, über deren Bildung dann später noch Weiteres zu be-

*) Qu. journ. micr. sc. XIX.

**) Perty, M., Eine physiol. Eigenthümlichkeit der Rhizopodensippe Arcella. Mittheil. der naturf. Gesellsch. zu Bern, 1849.

***) Engelmann, Arch. neerland. sciences exactes et nat. T. IV., Zoolog. Anzeiger Jahrg. I. — Bütschli, Archiv f. mikrosk. Anatomie Bd. XI. — Entz, Zoolog. Anzeiger Jahrg. I. — Du Plessis, Bull. soc. Vaudoise sc. nat. Vol. 15.

richten sein wird. Möglicherweise sind die bei den marinen Rhizopoden mehrfach erwähnten grösseren Farbstoffbläschen z. Th. auf solche Nahrungsvacuolen zurückzuführen, deren Flüssigkeit bei der Veränderung der aufgenommenen, pigmentirten Nahrung durch aufgelöste Farbstoffe sich färbt, was auch schon Carpenter vermuthete.*) Wir sehen wenigstens ähnliches bei gewissen Infusorien vor sich gehen. Die Färbung solcher Bläschen ist dieselbe, wie die des noch zu besprechenden, körnigen Pigments, also gewöhnlich eine rothe bis bräunliche.

An die besprochenen Farbstoffbläschen von wahrscheinlich vacuolärer Natur schliessen sich nun die feinkörnigen und anderweitigen Pigmente an, welche sehr gewöhnlich im Protoplasma der Rhizopoden und in dem der marinen fast durchaus verbreitet sind. Unter diesen Pigmenten sind namentlich die feinkörnigen, intensiv rothen bis gelblichrothen und gelbbraunen bei den marinen Rhizopoden ungemein verbreitet und verleihen, wie schon oben bemerkt wurde, durch ihre reichliche Anhäufung diesen Formen meist eine mehr oder minder intensive Färbung. Schon oben wurde ihrer besonders reichlichen Anhäufung in den älteren Kammern der Polythalamen gedacht. Die genauere Untersuchung dieses Farbstoffs, sowie der oben schon erwähnten Farbstoffbläschen, bei Polystomella und Gromia durch M. Schultze (53) ergab, dass es sich hier um einen dem Diatomin entsprechenden Körper handelt, weshalb M. Schultze nicht anstand, denselben von der vorzugsweise aus Diatomeen bestehenden Nahrung herzuleiten. Die Richtigkeit dieser Auffassung ergab sich auch noch daraus, dass sich in hungernden Polystomellen der Farbstoff sehr verminderte, wogegen reichliche Fütterung ihn bald wieder vermehrte.

Aber auch die Süsswasserformen weisen Pigmente ähnlicher Art nicht selten auf. So findet sich ein ähnliches diatomin-artiges Pigment häufig bei Pseudochlamys patella. Ein tiefviolettes, feinkörniges Pigment findet sich bei der Amphizonella violacea Greeff. Ein zinnoberrothes, zuweilen ins braunrothe und grünliche gehendes, ist charakteristisch für den Plakopus ruber F. E. Schulze's und soll wahrscheinlich aus dem Chlorophyll der aufgenommenen Nahrung hervorgehen, wie ja ähnliche Umwandelungen gefressener Chlorophyllmassen zu gelben bis braungelben Massen auch schon anderweitig, so z. B. von Auerbach bei dem Cochliopodium bilimbosum beobachtet wurden.**) Chlorophyll selbst, als endogenes Erzeugniss des Rhizopodenkörpers, ist mit Sicherheit kaum bekannt, es scheint sich hier fast durchaus, um als Nahrung aufgenommenes Chlorophyll zu handeln. Doch ist eine der beschriebenen Varietäten der Dactylosphaera vitreum H. u. L. mit grünen Körnern reichlich gefüllt, während die andere Varietät ähnliche gelbe Körner zeigt. Zahlreiche Chlorophyllkörner enthalten fernerhin auch eine Art oder Varietät von Cochliopodium, sowie sehr

*) Grössere Nahrungsbestandtheile, wie Diatomeen, scheinen jedoch bei den marinen Rhizopoden gewöhnlich nicht in besondere Nahrungsvacuolen eingeschlossen zu werden.

**) Z. f. w. Z. VII.

häufig die Difflugien.*) Reingelbes Pigment findet sich auch noch bei einigen weiteren Formen; so sind die Spindelzellen einer Art der, in ihren Beziehungen zu den Rhizopoden zwar noch etwas zweifelhaften Labyrinthula Cienkowsky's von feinkörnigem, gelbem Pigment erfüllt, während bei der eigenthümlichen Diplophrys sich ein oder mehrere gelbe bis orangefarbene, oder sogar rubinrothe und zuweilen recht ansehnliche Kugeln finden (zuweilen sind sie jedoch auch farblos) (IV. 2a, a). Hier handelt es sich jedoch, wie das Verhalten zu Chloroform und Alkohol ausweist, wohl sicher um einen festen, gefärbten, fettartigen Körper, also kein eigentliches Pigment.

Ausser gefärbten, körnigen oder tröpfchenförmigen Einschlüssen des Rhizopodenprotoplasmas finden sich jedoch auch sehr gewöhnlich ungefärbte vor, deren Natur keineswegs immer ganz sicher gestellt scheint. Häufig mögen diese z. Th. sehr kleinen, stark lichtbrechenden Körnchen und Tröpfchen mit Recht als Fett betrachtet werden. So sind sehr kleine derartige Fetttröpfchen, jedoch auch gewöhnlich untermischt mit etwas grösseren (bis zu 0,001—0,002‴), im Protoplasma der marinen Rhizopoden durchaus verbreitet; auch bei den Süsswasserrhizopoden sind, wie soeben schon gelegentlich von Diplophrys erwähnt wurde, zuweilen Fettkugeln vorhanden; so haben ferner die Untersuchungen Hertwig's die fettige Natur der im Protoplasma der Mikrogromia zerstreuten, feinen Körnchen wegen ihres Verhaltens zu Osmiumsäure sehr wahrscheinlich gemacht.

Eine grosse Zahl der im Protoplasma der Süsswasserrhizopoden sehr verbreiteten und wohl in Zusammenhang mit den Stoffwechselverhältnissen zu gewissen Zeiten in grösserer Menge angehäuften, stark lichtbrechenden Körner sind jedoch häufig unrichtig als Fettkörner beansprucht worden.**) Es sind dies Körnchen von äusserster Kleinheit bis zu ziemlich ansehnlichen Dimensionen, so dass die grössten derselben sich als concretionenartige Einschlüsse darstellen.***) Ihre Färbung ist gewöhnlich etwas dunkel, mit einem Stich ins gelblichbraune oder olivenfarbige. Meist bieten sie ziemlich wechselnde, unregelmässige Formen dar (s. II. 11; III. 12a, 17a), doch ist für ihre Beurtheilung noch besonders charakteristisch, dass sie gar nicht selten auch in krystallinischer Gestaltung auftreten können, und zwar scheinen sie rhombisch zu krystallisiren, vorzugsweise in Pyramiden oder Combinationen, in welchen eine Pyramide vorherrscht (vergl. hierüber haupts. bei Auerbach†)). Ihre Unlöslichkeit in Alkohol und Aether, sowie verdünnten Mineralsäuren, ihre Löslichkeit dagegen in concentrirten Säuren und Alkalien schliesst ihre Fettnatur aus; Auerbach vergleicht sie den Dotterplättchen des Fischeies, ich

*) S. haupts. Carter A. m. n. h. 3. XIII.

**) Bei Carter erscheinen sie unter der Bezeichnung „granules".

***) Wie sie z. B. neuerdings in sehr hervorragender Grösse und Zahl von Ray Lankester in seiner Lithamoeba discus angetroffen worden sind (Quart. journ. Micr. sc. N. S. T. XIX.)

†) Z. f. w. Z. Bd. VII.

halte es hingegen, wie ich das auch schon früher ausgesprochen habe,*) für das Wahrscheinlichste, dass wir es hier mit einem Endproduct des Stoffwechsels zu thun haben. Da die chemische Natur dieser, bei den Protozoën überhaupt sehr verbreiteten Körperchen mit Sicherheit noch nicht festgestellt ist, so bleibt es bis jetzt nur Vermuthung, in ihnen, wie ich gethan, ein oxalsaures oder, wie Entz will, ein harnsaures Salz anzunehmen. Ihre bei Infusorien häufig sehr eigenthümliche, büschelig krystallinische Beschaffenheit hat mich, hauptsächlich im Hinblick auf ähnliche Krystallbildungen oxalsaurer Salze, zu der ausgesprochenen Vermuthung veranlasst. Die grosse Verbreitung dieser von mir mit dem Namen Secretkörnchen (wohl besser Excretkörnchen) belegten Einschlüsse bei den Protozoën überhaupt, lässt auch wohl mit Recht vermuthen, dass sie bei den marinen Rhizopoden ebenso häufig sein werden, wie bei den Süsswasserformen.

Eigenthümlich ist ferner noch, dass es hauptsächlich diese Excretkörnchen zu sein scheinen, welche, durch ihre Anhäufung in gewissen Körpergegenden, die oben schon bei einer Anzahl Süsswasserformen betonte Unterscheidung bestimmter Regionen ermöglicht. Es scheint hiernach, dass die Abscheidung solcher Excretkörnchen bei den betreffenden Formen vorzugsweise auf gewisse Körperregionen lokalisirt ist.

Das Vorkommen von Stärkemehlkörnern, als endogener Erzeugnisse der Sarkode des Rhizopodenkörpers, scheint bis jetzt mit Sicherheit in keinem Fall erwiesen zu sein. Auerbach**) erwähnt zwar z. B. des Vorkommens zahlreicher kleiner Amylumkörnchen in der oberflächlichen Plasmaschicht seines Cochliopodium bilimbosum, jedoch ist derartiges von andern Untersuchern dieser und nahe verwandter Formen bis jetzt nicht wieder gesehen worden. Stärkekörner werden nach Carter***) auch im Protoplasma gewisser Difflugien reichlich angetroffen und sollen sich nach demselben Forscher auch im Plasma seiner Operculina arabica, also einer marinen Form, gefunden haben.†) Ob die Beobachtung Cienkowsky's,††) dass die Spindelzellen der in ihrer Stellung noch zweifelhaften Labyrinthula sich durch Jod blau färben, hierhergezogen werden darf, scheint sehr zweifelhaft, da diese Bläuung bei vorheriger Behandlung der Spindeln mit Alkohol nicht eintreten soll.

Wir haben dann noch einer Reihe von Inhaltskörpern zweifelhafter Natur zu gedenken, die sich z. Th. verbreiteter, z. Th. hingegen nur bei gewissen Formen im Protoplasma gefunden haben. Hierher gehören zunächst blasse Bläschen mit homogenem oder feingranulirtem Inhalt und einem Durchmesser von etwa 0,002—0,003‴, die M. Schultze sehr verbreitet bei den marinen Rhizopoden getroffen hat und die durch Einwir-

*) Z. f. w. Z. XXX.
**) Z. f. w. Z. VIII.
***) A. m. n. h. 3. XII. u. XIII.
†) A. m. n. h. 3. VIII.
††) Arch. f. m. A. III.

kung von Essigsäure oder verdünnter Kalilauge bis zum Verschwinden erblassen sollen. Ihre Natur dürfte nach diesen Angaben schwer zu beurtheilen sein. Zweifelhafter Natur sind auch die bräunlichen und z. Th. sehr unregelmässig gestalteten Körperchen, welche nach den Untersuchungen von M. Schultze der Gromia Dujardini ihre braune Färbung verleihen. Ihre Resistenz gegen starke Alkalien und Mineralsäuren und die schwärzlichviolette Färbung durch Jod und Schwefelsäure machen eine Beziehung zu Cellulose noch am wahrscheinlichsten, obgleich ihre Unlöslichkeit in concentrirter Schwefelsäure hiermit nicht übereinstimmt.

Von besonderem Interesse erscheinen noch eigenthümliche Einschlüsse, welche die, auch in anderer Beziehung so interessante Pelomyxa gewöhnlich enthält.*) Zunächst sind die sogenannten Glanzkörper Greeff's zu erwähnen (II. 6 d—f, 6 g, f), die wir am besten hier besprechen werden, da ihre Natur bis jetzt noch nicht hinreichend aufgeklärt werden konnte, wenn auch einige Beobachtungen für ihren Zusammenhang mit der Fortpflanzung der Pelomyxa zu sprechen scheinen. Die Hauptauszeichnung dieser Körper besteht in ihrer homogenen, glänzenden Beschaffenheit, doch lässt sich auf der Oberfläche eine kapselartige, feste, glänzende Hüllschicht nachweisen. In Bezug auf Gestalt und Grössenverhältnisse sind sie sehr verschieden, wenn auch die kugelige Form meist vorherrscht; daneben finden sich jedoch auch ovale bis völlig unregelmässige Gestalten. Gegen verdünnte Essigsäure verhalten sie sich resistent, concentrirte jedoch macht sie zusammenfallen und granulirt und Jod färbt sie stark braun. Greeff vermuthet eine selbständige Vermehrung dieser Körper durch Theilung, jedoch darf dies wohl noch als zweifelhaft betrachtet werden, da directe Theilung nicht verfolgt, sondern nur aus bisquitförmigen Gestaltungen erschlossen wurde (6 f). In gleicher Weise ist das von Greeff vermuthete Hervorgehen dieser Glanzkörper aus den frei gewordenen Kernkörperchen der zahlreichen Nuclei bis jetzt noch keineswegs hinreichend erwiesen oder auch nur sehr wahrscheinlich.

Neben diesen Glanzkörpern birgt nun das Protoplasma der Pelomyxa gewöhnlich noch zahlreiche eigenthümliche, kleine, stäbchenförmige Körperchen,**) die häufig dadurch in eine nähere Beziehung zu den Glanzkörpern treten, dass sie dieselben äusserlich dicht umhüllen (II. 6 b). Die Stäbchen, welche aus organischer Substanz gebildet sind, erscheinen hyalin und erreichen bis zu 0,008 Mm. Länge; von einer feineren Structur ist an ihnen kaum etwas mit Sicherheit zu bemerken.

ε^2. Contractile Vacuolen.

Die Bildung contractiler Vacuolen kommt nur einem Theil der Rhizopoden zu und scheint sogar der grossen Mehrzahl derselben, nämlich den

*) Vergl. Greeff, Arch. f. m A. X.

**) Archer (Qu. journ. micr. sc. 1871 p. 101) hat bei den von ihm untersuchten Pelomyxen diese Stäbchen vermisst, so dass es sich hier doch vielleicht um nicht constante Gebilde handelt.

marinen Formen, abzugehen. Ob jedoch letztere dieser Gebilde durchaus entbehren, scheint zur Zeit noch keineswegs sicher gestellt und bedarf es neuer Untersuchungen, um über diesen Punkt ins Klare zu kommen.

Mit Sicherheit ist das Fehlen contractiler Vacuolen für eine Anzahl Süsswasserformen festgestellt, so fehlen sie den Protamöben, wie auch bei der viel höher differenzirten Pelomyxa keine besonderen contractilen Vacuolen sich finden sollen. Bei den kernlosen Myxodictyum und Protogenes Häckel's sind überhaupt keinerlei Vacuolen im Plasma beobachtet worden. Doch auch beschalten Süsswasserformen fehlen contractile Vacuolen z. Th.; so sind sie vermisst worden bei Lecythium und Plagiophrys, wie ja auch für die nahe verwandten Gromien von den meisten Forschern das Fehlen der Vacuolen behauptet wird, während sie neuerdings von Wallich sowohl bei marinen als Süsswasser-Gromien angegeben worden sind. Mit Sicherheit fehlen sie jedoch wieder der sehr nahestehenden Lieberkühnia.*)

Bei gewissen Formen, so nach Häckel's Angabe bei der Protomyxa, scheint sich kaum eine Scheidung zwischen contractilen und nicht contractilen Vacuolen ziehen zu lassen, da sich die zahlreich vorhandenen Vacuolen hier sämmtlich sehr langsam zu contrahiren scheinen.

Die Zahl der contractilen Vacuolen der zahlreichen Süsswasserformen, wo solche deutlich entwickelt sind, ist sehr verschieden und scheint auch bei einer und derselben Form kaum jemals völlig constant zu sein. Neben solchen, die gewöhnlich nur eine zeigen, wie dies z. B. bei zahlreichen Amöben der Fall ist, treffen wir andere mit 2, 3 und mehr, bis über ein Dutzend bei Arcella z. B.; Claparède und Lachmann (60) haben Amöben mit bis zu 20 contractilen Vacuolen beobachtet.

Auch die Lage der contractilen Vacuolen im Körperprotoplasma ist mannigfachen Verschiedenheiten unterworfen. Während bei den proteïschen Amöben auch die contractile Vacuole im Allgemeinen ihre Lage stets wechselt, zeigt sich doch bei zahlreichen eine Neigung zu constanter Lagerung derselben in dem hinteren, bei der Bewegung nachfolgenden Körperende, und bei einer Anzahl von Formen, wie A. Limax und Guttula (II. 2, 3), aber auch verrucosa (Ehrbg.) Duj. (= quadrilatera Carter), ist diese Einlagerung der Vacuole in das Hinterende ganz constant geworden.

Bei den monaxonen, beschalten Formen ist ihre Lage recht verschieden, jedoch finden sie sich bei Anwesenheit mehrerer gewöhnlich ziemlich nahe beisammen. So sehen wir die bei Euglypha (III. 12a) und Trinema meist in mehrfacher Zahl (gewöhnlich bis zu 3) vorhandenen Vacuolen in einer mittleren Zone, auf der Grenze zwischen der körnigen Region und der hinteren homogenen versammelt, und ähnlich verhält es sich auch bei gewissen Gromiinen, wie Platoum (III. 17a). Auch bei Arcella (II. 9a) ist dasselbe Verhalten zu constatiren, indem hier die Vacuolen ringförmig im peripherischen Rand des abgeplatteten Körpers zusammengestellt sind,

*) S. Cienkowsky, 104a, Gromia paludosa = Lieberkühnia Clap. Lachm.

welcher Rand ja etwa der Aequatorialzone der gestreckten Formen entspricht. Bei anderen Formen treffen wir sie jedoch bald mehr in den vorderen, bald in den hinteren Körperabschnitt verlagert. Das erstere Verhalten gilt für Cyphoderia (III. 13, cv) und Mikrogromia (III. 15 b, c), während sie bei Hyalosphenia und Quadrula mehr ins hintere Körperende gerückt sind (II. 10 a u. 12 cv).

Stets jedoch scheinen die Vacuolen, wenigstens kurz vor und während ihrer Contraktion, dicht unter die Körperoberfläche zu rücken, ja zuweilen auch die Oberfläche buckelartig hervorzutreiben (vergl. Platoum stercoreum Cienkowsky, Diaphoropodon Arch. [IV. 1, v] und Amoeba Blattae Bütschli). Deshalb darf, im Hinblick auf die Erfahrungen über ihre Entleerung bei anderen Protozoënabtheilungen, wohl auch hier diese Entleerung nach Aussen angenommen werden. Durch directe Beobachtung ist jedoch dieser Vorgang bei den Rhizopoden bis jetzt noch kaum festgestellt worden; auch sind keinerlei vorgebildete Oeffnungen oder Ausführgänge zur Entleerung der Vacuolen gesehen worden. Die Contraktion selbst erfolgt mit sehr verschiedener Schnelligkeit.

In gleicher Weise liegen auch nur sehr wenige Erfahrungen über die Neubildung der an Stelle der contrahirten tretenden Vacuole vor. Im Allgemeinen scheint einfach eine kleine, allmählich heranwachsende Vacuole an Stelle der geschwundenen zu entstehen, doch liegen auch Beobachtungen vor, welche eine Entstehung der Vacuole durch den Zusammenfluss mehrerer kleiner erweisen, wie solches ja bei anderen Protozoënabtheilungen sehr gewöhnlich ist. Ein solches Verhalten hat Greeff bei seiner Amoeba terricola*) constatirt und Verf. später gleichfalls bestätigt gefunden. Hier entstehen an Stelle der contrahirten, in mehrfacher Anzahl vorhandenen und mit den Strömungen des Plasmas hin- und hergeschobenen Vacuolen zahlreiche äusserst kleine, welche sich rasch zu einer Anzahl grösserer vereinigen, die nun ihren weiteren Zusammenfluss langsam weiter fortsetzen, oder durch die Strömungen des Plasma's von einander fortgetrieben werden, um dann erst allmählich bei ihrer Begegnung weiter zu verschmelzen. Von den in dieser Weise entstandenen, grösseren Vacuolen wird dann zuweilen eine nach der Oberfläche getrieben, worauf ihre Contraktion eintritt.**)

ε^3. Nuclei der Rhizopoden.

Allgemeines Vorkommen der Rhizopodennuclei.

Wie schon mehrfach hervorgehoben wurde, ist die Anwesenheit von Nuclei im Protoplasma der Rhizopoda, in dem Umfang, den wir dieser

*) Arch. f. mikr. A. II.

**) Ganz ähnlich schildert Lieberkühn die Hervorbildung der contractilen Vacuole bei einer von ihm beobachteten Amöbe (nach der Beschreibung sehr ähnlich A. Guttula Duj.). Hier vereinigen sich die neu entstandenen, zahlreichen kleinen Vacuolen successive zu einer einzigen grossen, die hierauf stets ans Hinterende geschoben wird, wo ihre Contraction sich vollzieht. (Schrft. d. Ges. z. Bef. d. ges. Naturw. zu Marburg IX. p. 371.)

Abtheilung geben, keineswegs eine allgemeine. Sie geht den häufig mit den übrigen kernlosen Protozoën als Moneren zusammengefassten Formen ab. Wir haben schon früher unsere Gründe angegeben, weshalb wir kernlose sowohl als kernhaltige Formen in näheren Zusammenhang bringen und es vorziehen, ihre verwandtschaftlichen Beziehungen nach ihrem gesammten körperlichen Erscheinen zu bestimmen.

Wir werden hierzu hauptsächlich auch noch dadurch bestimmt, dass der Nachweis der Kerne zuweilen keine geringen Schwierigkeiten hat, die häufig noch dadurch erhöht werden mögen, dass, wie sich dies namentlich durch neuere Untersuchungen herausstellte, statt des früher meist gesuchten einen ansehnlichen Kernes häufig mehr oder weniger zahlreiche kleine vorhanden sind, welche der Beobachtung (namentlich, wenn dieselbe nicht durch Färbungsversuche unterstützt wird) leicht entgehen können. Es wird daher wohl nicht als eine unbegründete Vermuthung bezeichnet werden dürfen, wenn wir hier den Glauben aussprechen, dass mannigfache im Laufe der Zeit beschriebene monere Rhizopoden sich doch noch als kernhaltig herausstellen dürften. Wir persönlich haben bis jetzt noch nicht Gelegenheit gehabt, uns bei unseren mannigfachen Untersuchungen mit einer unzweifelhaft kernlosen Süsswasserform bekannt zu machen.

Immerhin liegt kein ausreichender Grund vor, die Existenz kernloser Formen überhaupt bezweifeln zu wollen. Als solche kernlose Formen sind zunächst amöbenartige Süsswasser- und Meeresrhizopoden beschrieben worden, die als Protamoeba oder Gloidium zu besonderen Gattungen erhoben wurden. Weiterhin rechnen wir hierher die Häckel'schen Moneren Protomyxa, Myxodyctium und Protogenes. Von beschalten Formen wird das Fehlen des Kernes durch Claparède und Lachmann von Lieberkühnia berichtet und von einem auf diesem Gebiet so erfahrenen Beobachter wie Cienkowsky bestätigt. Von mancher anderen Form ist bis jetzt die Kernhaltigkeit noch nicht mit Sicherheit erwiesen, wenn auch das Vorhandensein von Nuclei bei nahen Verwandten dieselbe sehr wahrscheinlich macht. Was die marinen Rhizopoden betrifft, so war für diese bis in die neueste Zeit die Annahme ihrer Kernlosigkeit eine allgemeine, bis, wie dies schon früher durch M. Schultze und Wallich für Gromia festgestellt worden war, durch R. Hertwig und F. E. Schulze auch für eine, bis jetzt zwar ziemlich beschränkte Anzahl mono- und polythalamer Formen die Gegenwart eines oder mehrerer Kerne erwiesen wurde.

Wie schon aus den eben gemachten Bemerkungen hervorgeht, ist die Zahl der vorhandenen Kerne bedeutenden Schwankungen unterworfen, so dass wir von einem, und dann gewöhnlich auch durch beträchtliche Grösse sich auszeichnenden Kern Uebergänge bis zu sehr hohen Zahlen, 100 und mehr, finden, in welchen Fällen dann die Kerne naturgemäss eine relativ sehr geringe Grösse zeigen. Wenn wir einerseits derartige weite Schwankungen in der Kernzahl durch eine Reihe verschiedener Formen hindurch zu verfolgen vermögen, so begegnen wir andererseits zuweilen ähnlichen Schwankungen in gleich weitem Spielraum bei einer

und derselben Form, wenn auch für gewöhnlich die Differenzen in der Zahl der vorhandenen Kerne sich in engeren Grenzen bewegen.

Nach solchen Erfahrungen dürfte es überhaupt fraglich erscheinen, ob sich die Einkernigkeit bei einem Rhizopoden das gesammte Leben hindurch erhält und ob nicht derartige mehrkernige Zustände zu gewissen Zeiten den Rhizopoden durchaus eigenthümlich sind. Letztere Vermuthung wird noch durch die Auffassung der mehrkernigen Zustände überhaupt gestützt, denn es kommt diesen ohne Zweifel eine nicht unwichtige Bedeutung im Leben unserer Organismen zu, und werden wir dieselbe wohl, ohne fehlzugehen, auf dem Gebiete der Fortpflanzung zu suchen haben. Zunächst machen wir uns hier mit den einschlägigen Verhältnissen etwas näher bekannt. Eine geringe Zahl von Kernen ist gewöhnlich den Amöben eigenthümlich; einer (II. 1—5 n), zuweilen jedoch auch 2 und 3 finden sich hier zumeist, doch zeigt sich gerade bei gewissen hierhergehörigen Formen eine auffallende Vermehrung der Kerne bei bestimmten Individuen. So hat Bütschli*) bei der Am. princeps neben einkernigen, durch einen recht ansehnlichen Kern ausgezeichneten Individuen häufig auch solche gefunden, welche eine grössere bis sehr grosse Zahl (100—200) Kerne enthielten, so dass sich alle Uebergangsstufen bezüglich der Kernzahl nachweisen liessen, wie solches auch durch frühere Untersuchungen von Stein, Wallich**) und Carter***) wahrscheinlich gemacht worden war, wenn auch die beiden letzteren Forscher die zahlreichen kleinen Kerne fälschlich (Carter z. B. als Fortpflanzungszellen) deuteten. Während wir so bei Amoeba (ähnlich verhält sich nach Bütschli auch die A. Blattae) zuweilen eine sehr hohe Kernzahl antreffen, hat sich ein solches Verhalten bis jetzt bei der wohl nahe verwandten, grossen Pelomyxa durchaus gezeigt; die Zahl der hier vorhandenen Kerne ist stets eine sehr grosse und steht in Beziehung zu der Grösse des Thieres, so dass sehr grosse Exemplare gewiss mehrere Hundert solcher Zellkerne einschliessen (II. 6 g, e).

Obgleich eine ziemliche Zahl der beschalten Monothalamen des süssen Wassers bis jetzt nur in Besitz eines oder doch nur weniger Zellkerne getroffen wurde, zeigen andere ganz ähnliche Verhältnisse wie die eben erwähnten Amöben, und gerade von solchen, wie z. B. Arcella und Difflugia, sind die grossen Schwankungen in der Kernzahl schon verhältnissmässig lange bekannt. Bei Arcella finden sich fast durchaus mehrere Kerne (II. 9 a, n) und ihre Zahl ist grossen Differenzen unterworfen, während gewöhnlich etwa 3—6 vorhanden sind, hat doch schon Auerbach Individuen mit etwa 40 Kernen beobachtet. Aehnliches treffen wir auch bei der nahe verwandten Gattung Difflugia. Hier findet sich gewöhnlich im hinteren Abschnitt des Körpers ein Kern, jedoch hat neuerdings

*) Abh. d. Senckenb. naturf. Gesellsch. X. p. 164 (d. Sep.-Abdr.).
**) An. m. n. h. 3. s. XI. u. XII.
***) An. m. n. h. 3. s. XII.

R. Hertwig*) auch Individuen der Difflugia proteiformis untersucht, die bis zu 40 Kernen enthielten und gleiches wurde auch schon früher von M. Schultze berichtet. Diese Erfahrungen machen es nicht unwahrscheinlich, dass die von Carter bei mehreren Gelegenheiten beschriebenen sogen. Fortpflanzungszellen der Difflugia pyriformis und compressa in gleicher Weise, wie dies oben bezüglich der sogen. Fortpflanzungszellen der Amöben angedeutet wurde, als solche in grösserer Menge vorhandene kleine Nuclei betrachtet werden dürfen. (Wir werden späterhin bei Erörterung der Fortpflanzung nochmals auf diese Angelegenheit zurückzukommen haben.)

Auch für einen marinen Rhizopoden, nämlich die Gromia oviformis, wurden schon vor längerer Zeit durch M. Schultze**) ganz gleiche Verhältnisse constatirt. Bei jungen Thieren findet sich hier ein Kern, wie das unter den seither beschriebenen Formen auch für Arcella nachgewiesen wurde. Bei den älteren Exemplaren hingegen war die Zahl der Kerne stets vermehrt (IV. 6n), so dass sich eine grosse Mannigfaltigkeit verschiedener Kernzahlen, von 2 bis zu 60 auffinden liessen. Im letzteren Fall fand sich jedoch neben den zahlreichen kleinen noch ein etwas grösserer. (Auch M. Schultze wurde durch diese Beobachtungen über die zahlreichen kleinen Kerne der Gromien auf die Vermuthung geführt, dass es sich hier möglicherweise um Fortpflanzungszellen handle.)

Wie schon oben hervorgehoben wurde, sind die Beobachtungen über die Verbreitung der Kerne bei den kalkschaligen und sandschaligen Rhizopoden noch sehr spärlich. Die ersten einschlägigen Beobachtungen auf diesem Gebiet rühren zwar auch schon von M. Schultze her, dennoch sind bis jetzt die Kerne nur bei einer kleinen Zahl von Gattungen nachgewiesen. Schultze (53) hat sich von der Gegenwart eines kernartigen Körpers bei einer zu Lagena (Oolina d'Orb.) mit Zweifel gestellten Form überzeugt, die mir überhaupt nicht zu dieser Gattung zu gehören, sondern eine kalksandschalige Form zu sein scheint. Ebenso hat er einen hellen kernartigen Fleck in der jüngsten Kammer junger Pulvinulinen (Rotalia veneta M. Sch.) und in den beiden jüngsten Kammern gewisser Textularien nachgewiesen.

Kerne sind jedoch auch von einem englischen Forscher, wiewohl ohne ihre wahre Natur zu erkennen, bei einer Reihe mariner Rhizopoden nachgewiesen worden. Es scheint mir nämlich keiner Frage zu unterliegen, dass die von Str. Wright***) im Protoplasma von Gromiinen, Miliolinen, Orbulina, Rotalina und Truncatulina aufgefundenen, vermeintlichen Eier nichts weiter als die Kerne der betreffenden Formen waren; wenigstens scheint dies mit grosser Sicherheit aus der Abbildung der

*) Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. XI.
**) 53 u. Arch. f. m. A. II.
***) A. m. n. h. 3. VII.

betreffenden Eier in einer ziemlich reichkammerigen Truncatulina hervorzugehen.*)

Mit voller Sicherheit sind dagegen erst in neuerer Zeit die Kerne mit Hülfe von Färbungsmethoden von F. E. Schulze und R. Hertwig bei einer Reihe mariner Formen nachgewiesen worden. Auch hier verrathen die zum Theil sehr schwankenden Zahlenverhältnisse der Kerne ein ähnliches Verhalten, wie bei den schon besprochenen Formen. So fand F. E. Schulze bei der monothalamen Lagena (Entosolenia) globosa Will. 1 Kern, ähnlich auch bei der Quinqueloculina fusca Brdy., dagegen R. Hertwig bei Spiroloculina hyalina F. E. Sch. 1—7 Kerne (IV. 16). Bei den von Hertwig untersuchten kleinen Rotalinen (wahrscheinlich Pulvinulina) schwankte die Kernzahl zwischen 1—4, so dass in einer Anzahl von Fällen die Zahl der Kerne der Kammerzahl gleichkam, z. Th. jedoch auch geringer blieb. Eine Beziehung zwischen der Anzahl der Kammern und Kerne polythalamer Rhizopoden ist jedoch in keiner Weise Regel; so fand sich bei 2 Textularien mit respective 5 und 13 Kammern je nur 1 Kern und dasselbe gilt für Globigerina (VII. 28 a) und eine sogen. Rotalina inflata Will.**) (VII. 38) nach R. Hertwig. Auch F. E. Schulze fand bei der vielkammerigen Polystomella striatopunctata F. u. M. gewöhnlich nur einen Kern, seltener 2 und nur einmal 3. Jedenfalls geht aus diesen Beobachtungen zur Genüge hervor, dass die Zahl der Kerne bei den Polythalamen, möge sie auch noch so verschieden sein, in keiner Weise mit der Kammerzahl correspondirt.

Hinsichtlich der Kernverhältnisse der marinen, sandschaligen Rhizopoden ist bis jetzt nur sehr wenig ermittelt worden. Bessels***) hat in dem Protoplasma der Astrorhiza limicola eigenthümliche kugelige Körper beobachtet, die er encystirten Moneren vergleicht und die, nach der Abbildung zu urtheilen, wohl Kerne gewesen sein könnten. Diese Deutung wird dadurch, dass neuerdings R. Lankester†) im Protoplasma der Haliphysema grosse Mengen bläschenförmiger, kugeliger Kerne beobachtete, wesentlich sicherer.

Was die Lage der Kerne im Protoplasmakörper betrifft, so ist dieselbe häufig eine sehr wechselnde, da sie als frei im Protoplasma (resp. Entoplasma, wo ein solches entwickelt ist) schwebende Körper mit dessen Verschiebungen auch ihre Lage ändern. Dies gilt z. B. fast durchaus für die Amöben und Verwandten, wenngleich bei den oben schon hervorgehobenen Formen, welche mit einer eigenthümlichen Bewegungsweise

*) Die Richtigkeit dieser Deutung wird ganz unbezweifelbar, wenn man bemerkt, dass Wright die von ihm bei seiner Boderia (Journ. Anat. and Phys. I. 1867) beschriebenen Kerne bald als Nuclei, bald als Eier bezeichnet, also die Kerne der Rhizopoden, wie aus weiteren Bemerkungen hervorgeht, eben für die Eier hält.

**) Dieselbe ist jedoch jedenfalls nicht identisch mit der Williamson'schen Art, da letztere nach Parker und Jones eine sandschalige sogen. Trochammina ist.

***) Jen. Zeitschr. IX.

†) Qu. j. micr. sc. XIX.

eine fast constante Lagerung der Vacuole im Hinterende verbinden, auch der Kern gewöhnlich hinten, in der Nähe der Vacuole, sich findet. Bei Anwesenheit zahlreicher Kerne sind dieselben meist durch den ganzen Körper vertheilt, doch auch zuweilen, wie z. B. bei Gromia, vorzugsweise im Hinterende versammelt. Diese Einlagerung des einen oder der in Mehrzahl vorhandenen Kerne im Hinterende des monaxonen Körpers ist bei den monothalamen Süsswasserformen und wie es nach der Beobachtung F. E. Schulze's bei Lagena scheint, auch bei den marinen sehr gewöhnlich.

Für die polythalamen Formen darf bei Anwesenheit von nur einem Kern wohl vorausgesetzt werden, dass derselbe ursprünglich seine Lagerung in der Embryonalkammer hatte. Da er jedoch späterhin nicht mehr in derselben angetroffen wird, sondern sich nach F. E. Schulze bei Polystomella gewöhnlich in einer Kammer des mittleren Drittels findet, so darf schon hieraus auf eine allmähliche Vorwärtswanderung des Kernes mit der Zunahme der Kammerzahl geschlossen werden. Das Gleiche ergibt sich aus den Beobachtungen Hertwig's an Globigerina und der sogen. Rot. inflata. Aber auch durch directe Beobachtung liess sich eine solche Vorwanderung bei den Polythalamen sehr wahrscheinlich machen, indem es beiden Forschern gelang, den Kern noch im Stadium des Durchtretens von einer zur folgenden Kammer wahrzunehmen. Die grosse Enge der Verbindungsöffnungen zwischen den aufeinanderfolgenden Kammern bei Polystomella macht es nothwendig, dass sich der Kern beim Durchtritt sehr schmal auszieht. Bei gewissen Globigerina-Arten wird durch die Beobachtung eines solchen Durchtretens des Kernes (VII. 28 a, n) von einer Kammer in die andere die Existenz einer Communikationsöffnung zwischen den Kammern sicher erwiesen.

Gestalts- und Bauverhältnisse der Rhizopodenkerne.

Soweit die bis jetzt vorliegenden Untersuchungen reichen, ist die Gestaltung der Rhizopodenkerne fast durchweg eine kugelige, ellipsoidische oder scheibenförmig abgeplattete. Bandförmig verlängerte oder gar verästelte Kerngestalten, wie sie in anderen Protozoënklassen zuweilen auftreten, sind hier noch nie beobachtet worden.

Was ferner die feineren Bauverhältnisse betrifft, so ist der sogen. bläschenförmige Bau der bei weitem vorherrschendste und, wie wohl mit Recht angenommen werden darf, auch der ursprünglichste. Diese Bauweise des Zellkernes sehen wir namentlich bei den zahlreichen Süsswasserformen fast durchaus vertreten und auch bei gewissen marinen Formen ist eine ähnliche Bildungsweise sehr wahrscheinlich. Ein derartiger bläschenförmiger Kern (II. 1—3, 9a; III. 10 etc. n) zeigt zunächst eine mehr oder minder deutliche Kernhülle oder Kernmembran, welche von einer hellen, durchsichtigen, und, wie wohl aus ihrer allgemeinen Erscheinung mit Recht gefolgert werden darf, flüssigen Masse erfüllt ist, dem sogen.

Kernsaft. Innerhalb dieser findet sich sodann ein mehr oder minder ansehnlicher, ziemlich dichter und daher dunkelbläulich erscheinender Binnen- oder Kernkörper. Wie angedeutet, schwankt dieser Binnenkörper in seinen Grössenverhältnissen sehr beträchtlich; er kann den von der Kernhülle umschlossenen Raum nahezu völlig ausfüllen, so dass zwischen ihm und der äusseren Membran nur eine schmale, helle, mit Kernsaft erfüllte Zone übrig bleibt, oder es sinkt seine Grösse mehr und mehr herab, bis er schliesslich nur ein unansehnliches Korn in dem weiten, von Kernsaft erfüllten Binnenraum des Nucleus darstellt (II. 12). Nicht sämmtliche Kerne der Süsswasserformen verharren jedoch auf einer so einfachen Bildungsstufe, sondern ein Theil zeigt eine etwas complicirtere Form, welche sich wohl durch eine Umbildung des ursprünglich einfachen Binnenkörpers von der eben geschilderten herleiten lässt. So zeigt sich z. Th. eine Vermehrung der verhältnissmässig kleinen Binnenkörper, statt eines finden sich eine Anzahl rundlicher Kernkörperchen, wie z. B. nach F. E. Schulze bei Hyalosphenia (bis 6 Körperchen), in geringerem Maass auch bei Cyphoderia (II. 10, n). Auch scheint es nach den vorliegenden Beobachtungen nicht unwahrscheinlich, dass sich bei gewissen Formen eine zeitweise Veränderung in dem gewöhnlichen Verhalten des Kernes zeigt; so wird z. B. für die Euglyphen von Carter und Hertwig-Lesser in übereinstimmender Weise ein einfacher, bläschenförmiger Kern beschrieben, während F. E. Schulze bei den von ihm untersuchten Exemplaren entweder gar nichts von einem Kernkörper oder an dessen Stelle eine grössere Anzahl kleiner Kernkörperchen fand.

Bei manchen Formen scheint jedoch die Zertheilung des einfachen Kernkörpers noch weiter zu gehen, wenigstens dürfen wir diese Auffassung im Interesse der Schilderung hier festhalten; so zeigen die zahlreichen kleinen Kerne gewisser Formen der Amoeba Princeps einen ziemlich abweichenden Bau (II. 1b). Hier liegt dicht unter der Kernmembran eine Zone kleiner, dunkler Körperchen, in einfacher Schicht angeordnet. Aehnlich scheint sich der Bau des Kernes bei den erwachsenen Formen der Amoeba terricola Greeff's (II. 5n) und der Amphizonella violacea desselben Forschers zu verhalten, nur wird hier eine völlige Erfüllung des Kerninneren von solchen kleinen rundlichen Körperchen beschrieben, was mir jedoch, wenigstens für die A. terricola, nach den gegebenen Abbildungen nicht ganz wahrscheinlich zu sein scheint.*) Bei den mit wenigen oder

*) S. Greeff, Arch. f. mikr. Anat. Bd. II. — Auch bei Pelomyxa zeigen die so massenhaft vorhandenen Kerne einen sehr ähnlichen Bau. Der Innenseite der sehr deutlichen Kernhülle sind im wasserhellen Kerninhalt (wohl Kernsaft) zahlreiche, meist ziemlich feine Körnchen angelagert, unregelmässiger oder regelmässiger über die ganze Innenfläche und zuweilen auch noch durch den eigentlichen Binnenraum der Kerne zerstreut. Zuweilen fand Greeff diese feinen Kernkörner vergrössert und mit vacuolenartigen Bläschen im Inneren. Durch weitere Vergrösserung der Körner und hauptsächlich dieses Bläschens lässt er aus ihnen schliesslich die früher geschilderten, sogen. Glanzkörper der Pelomyxa hervorgehen, welche durch Sprengung der Kernhülle ins Körperprotoplasma übertreten sollen.

nur einem grossen ovalen Kerne versehenen Exemplaren der A. Princeps hat sich der feinere Bau des Kernes etwas anders gestaltet (II. 1 c), statt der Zone rundlicher Körner unterhalb der Kernmembran findet sich hier eine ähnlich gelagerte Zone, welche aus unregelmässigen, feinkörnigen, hier und da netzförmig verzweigten und zusammenhängenden plasmatischen Massen besteht, also eine Bildung zeigt, welche an das Fadennetz der Zellkerne, wie es durch neuere Forschungen in weiter Verbreitung nachgewiesen wurde, erinnert.

Eine ziemliche Aehnlichkeit mit den geschilderten Kernen der Amöben scheinen auch die Kerne einer Anzahl bis jetzt hierauf untersuchter mariner Rhizopoden zu zeigen. Nach M. Schultze sind die Kerne der Gromien gänzlich von kleinen, sehr blassen Bläschen erfüllt und nach F. E. Schulze enthält der ansehnliche Kern älterer Polystomellen zahlreiche stark lichtbrechende, meist kugelige Einschlüsse, während der kleinere Kern jugendlicher Exemplare meist nur einen solchen nucleolusartigen Körper einschliesst, so dass hieraus auf eine fortdauernde Vermehrung dieser Einschlüsse mit dem Wachsthum des Kernes geschlossen werden darf.

Besonders eigenthümlich verhalten sich noch die Kerne gewisser von R. Hertwig untersuchter Rotalinen und Globigerinen. Bei den ersteren zeigten zuweilen vorhandene, kleine Kerne eine ganz homogene Beschaffenheit, gewöhnlich war jedoch der nur in der Einzahl vorhandene, kugelige und ziemlich grosse Kern sehr eigenthümlich gebaut, wie solches bis jetzt in ähnlicher Weise nur bei gewissen ciliaten Infusorien nachgewiesen wurde. Zunächst war der Kern hier nicht bläschenförmig, sondern es umschloss die Kernmembran (sie wurde jedoch hier nicht direct beobachtet) einen sie vollständig erfüllenden, plasmatischen Inhalt, der sich aus zwei Abschnitten zusammensetzte (VII. 38 n), einem feinkörnigen, dichteren, sich mit Karmin stärker färbenden und einem hellen homogenen, der sich nur schwach färbte. In ihrer Grösse verhielten sich beide Abschnitte etwa gleich, oder es blieb der homogene hinter dem körnigen an Grösse zurück. Wir erwähnen schliesslich noch, dass auch der von F. E. Schulze bei Lagena beobachtete Kern eine homogene oder, nach der Anwendung von Säuren, feinkörnige Beschaffenheit zeigte. Auch die von Ray Lankester beschriebenen Kerne der Haliphysema scheinen sich ihrer Bauweise nach innigst hier anzuschliessen, da sie innerhalb einer deutlichen, dicken Kernhülle einen feingranulirten oder homogenen Inhalt zeigen.

ζ. Pseudopodienbildung, Bewegung und Nahrungsaufnahme der Rhizopoda.

Wie die Ueberschrift dieses Abschnittes besagt, werden wir hier mit der allgemeinen Besprechung der Pseudopodienbildung gleichzeitig auch die Bewegungs- und Ernährungsverhältnisse in Betracht ziehen, da die-

selben ja mit der Beschaffenheit der Pseudopodien in den innigsten Beziehungen stehen.

Wie schon gelegentlich angedeutet wurde, kennen wir einfache nackte Rhizopodenformen, gewisse Amöben, welche eigentlich gar keine besonderen Pseudopodien entwickeln, sondern sich fliessend mit ihrer gesammten Masse bewegen, ohne hierbei tiefgreifende Gestaltsveränderungen zu zeigen. In der A. Guttula und Limax haben wir derartige Formen schon kennen gelernt und auch die ansehnliche Pelomyxa bewegt sich, wenigstens häufig, für längere Zeit in dieser Weise. Der Vorgang dieser fliessenden Bewegung des gesammten Rhizopodenleibes ergibt sich bei näherer Untersuchung in der Art, dass von der hinteren Region, das heisst der bei der Bewegung das Hinterende bildenden Leibespartie, das Protoplasma beständig in einem Strom in der allgemeinen Bewegungsrichtung des Organismus nach dem vorderen Ende hineilt und, hier angelangt, zu beiden Seiten abfliessend, sich in den seitlichen Theilen nach hinten wendet. Zu beiden Seiten der mittleren Leibesgegend sammeln sich so die zurückkehrenden Protoplasmamassen an und gehen in einen relativ ruhenden Zustand über, indem ihre Rückwärtsbewegung allmählich erlischt. Weiterhin werden dann diese Ansammlungen ruhenden Protoplasmas wieder in den nach vorwärts sich bewegenden Strom hineingezogen, so dass also eine Art Cirkulation des gesammten Leibesprotoplasmas die Grundlage für die fliessende Bewegung des Körpers abgibt.

Eine derartige Cirkulation des gesammten Körperprotoplasmas in ziemlich regelmässiger Weise sehen wir nun zuweilen, abgesehen von den bei jeder Pseudopodienentwickelung nothwendigen Strömungen und Verschiebungen, auch neben einer reichlichen Pseudopodienentwickelung stattfinden. Hierfür bietet die sogen. Lieberkühnia (= Gromia paludosa Cienkowsky) ein gutes Beispiel.

Ganz ähnlich im Allgemeinen wie die fliessende Bewegung des gesammten Leibes, welche eben geschildert wurde, verhält sich auch die Entwickelung eines Pseudopodiums bei den übrigen Lobosen; hier bewegt sich der strömende Zufluss des Protoplasma's nach einer oder mehreren lokal beschränkten Stellen der Leibesoberfläche hin und tritt hier als ein fingerartiger, an seinem Ende stumpf abgerundeter Fortsatz hervor. In einem solchen Pseudopodium verhält sich der eintretende Strom ganz ähnlich, wie wir das eben bei der Strömung des gesammten Leibesprotoplasmas gesehen haben, das heisst: es bewegt sich das Protoplasma in dem axialen Theil des Fortsatzes nach vorwärts und fliesst an dessen Ende allseitig nach den Seiten hin ab, und indem es sich hier in relativ ruhendem Zustand anhäuft, wächst durch fortdauernden, inneren Zufluss das Pseudopodium allmählich in die Länge. Hierbei kann es sich dann ereignen, dass sich der zufliessende Strom an seinem Ende verzweigt, in Folge dessen dann auch das Pseudopodium sich verästelt und durch mehrfache Wiederholung derartiger Stromabzweigungen können sich dann schliesslich mehrfach getheilte Pseudopodien hervorbilden.

Ebenso wie solche Pseudopodien an einer oder mehreren Stellen der Körperoberfläche hervorgeflossen sind, wie man sich wohl ausdrücken darf, werden sie jedoch auch wieder eingezogen. Dieser Vorgang der Zurückziehung der Pseudopodien bietet ungefähr das entgegengesetzte Bild wie ihre Entstehung. Indem nach einer gewissen Zeit der Zufluss aus dem Körperinneren sistirt, kommt das Pseudopodium zu einem kurzen Ruhezustand, es steht der zufliessende axiale Strom desselben still. Mittlerweile haben sich die Strömungsrichtungen des Körperplasmas überhaupt geändert und in Folge dessen beginnt, durch Zuströmung des Plasmas nach einer anderen Stelle der Körperoberfläche, sich hier ein neues Pseudopodium hervorzubilden. Nach einiger Zeit sehen wir dann, wie der axiale Theil des Plasmas des alten Pseudopodiums in eine rückströmende Bewegung übergeht und so die Plasmamasse des Fortsatzes, zunächst von der Endspitze desselben beginnend, allmählich in den Körper zurückgeführt wird, wobei sich, entsprechend dem Abfluss, das Pseudopodium allmählich verkürzt, bis es schliesslich wieder völlig in die allgemeine Leibesmasse aufgenommen worden ist. In solcher Weise also sehen wir Neu- und Rückbildung der Pseudopodien bei den mit derartigen lappen- oder fingerförmigen Pseudopodien versehenen Amöben und Verwandten vor sich gehen, die man häufig (nach dem Vorgange Carpenter's), eben wegen dieser Beschaffenheit ihrer protoplasmatischen Leibesfortsätze, als Lobosa zusammenfasst.

Ist die Leibesmasse solcher Formen deutlich in eine hyaline Rindenschicht oder Ectoplasma und eine körnige Innenmasse oder Entoplasma gesondert, so bilden sich die Pseudopodien zunächst ausschliesslich aus dem hyalinen Ectoplasma und bestehen auch, wenn sie eine mässige Grösse nicht überschreiten, gewöhnlich nur aus solchem. Wenn sich jedoch durch fortgesetzten Plasmazufluss das Pseudopodium zu ansehnlicher Grösse entwickelt, dann tritt gewöhnlich auch die körnige Entoplasmamasse in dasselbe ein und bildet eine axiale, körnige Partie des basalen Abschnittes des Pseudopodiums (II. 1a).

Aus diesen Verhältnissen darf wohl der Schluss gezogen werden, dass es die hyaline Ectoplasmaschicht ist, welche vorzugsweise die Strömungserscheinungen zeigt und dies geht auch noch dadurch besonders hervor, dass sich auch bei dem Hinfliessen, ohne Entwickelung eigentlicher Pseudopodien, eine Anhäufung solch hyalinen Plasmas am Vorderende findet, wenn überhaupt eine Sonderung in die beiden Plasmapartien am Leibe des betreffenden Rhizopoden ausgebildet ist. So sehen wir denn auch die Pseudopodienbildung bei einer Reihe von Lobosen, an deren Körper sich keine deutliche Scheidung zwischen Ecto- und Entoplasma durchführen lässt, dennoch nur aus hyalinem oder doch sehr feinkörnigem Plasma stattfinden, wie dies der Fall ist bei den bekannten beschalten Lobosen, Arcella, Difflugia, Hyalosphenia, Quadrula etc. (s. II).

Unter den Lobosa selbst zeigt jedoch im Speciellen die Gestaltung

der Scheinfüsschen eine ziemlich reiche Mannigfaltigkeit, und eine nicht unbeträchtliche Reihe noch hierherzurechnender Formen weist schon Anklänge an die Gestaltungsverhältnisse, wie wir sie in vollkommenerer Weise bei den sogen. Reticulosa späterhin kennen lernen werden, auf.

Bei den nackten Formen der hier zu betrachtenden Gruppe, also vorzugsweise den Amöben und Verwandten, wird natürlich die Gesammtgestalt des Körpers im beweglichen Zustand durch Gestalt und Bildungsweise der Pseudopodien bestimmt. Neben Formen mit kurzen, stumpfen Fortsätzen, welche allseitig vom Körper in grösserer oder geringerer Zahl entspringen, treffen wir solche, bei welchen dieselben länger und dünner, mehr fingerförmig werden. Entspringen solche Fortsätze gleichmässig von dem gesammten Rand des ziemlich scheibenförmigen Körpers, so erhält der Körper ein strahliges Aussehen, wie z. B. bei der Dactylosphaera H. und Lesser's (I. III. 11, 12), der Amoeba polypodia M. Sch. (F. E. Sch.) und der Amoeba radiosa (bei letzterer treten jedoch auch Formen auf, welche sich durch sehr lange, dünne, strahlenartige Pseudopodien von den übrigen Amöben entfernen [I. 10]). Andererseits sehen wir die Enden der fingerförmigen Pseudopodien sich nicht selten verzweigen (seltener bei A. diffluens O. F. M., häufiger bei A. brachiata Duj.), und in eigenthümlicher Weise zugespitzt und zerschlitzt erscheinen die Pseudopodien der A. lacerata (Duj.) From. Auch die beschalten Formen zeigen z. Th. etwas abweichende Bildungsverhältnisse, so besitzt eine von Hertwig und Lesser beschriebene Difflugia acropoda ziemlich breite, abgeflachte und flammenartig spitzig zerschlitzte Pseudopodien, welche an die der ebenerwähnten A. lacerata sich anschliessen.

Auch treten hier z. Th. besonders abweichende Pseudopodienbildungen auf; so dürfen hierher gerechnet werden die eigenthümlichen, an ihren Enden schwimmhautartig verbreiterten Pseudopodien von Petalopus (II. 13) Cl. u. L. und die noch merkwürdigeren, membranartigen Pseudopodien von Plakopus F. E. Sch., welche sich in verschiedenen Richtungen vom Körper erheben können, unter sich winkelig zusammenstossend und so trichter- oder kappenförmige Hohlräume zwischen sich einschliessen (II. 14).

Im Anschluss an die Betrachtung der Pseudopodienentwickelung der Lobosa fügen wir hier gleich einige Angaben über die Art der Nahrungsaufnahme bei, da ja dieser Process in directer Beziehung zu der Pseudopodienbildung steht. Es liegen hauptsächlich bei den Amöben genauere Beobachtungen dieses Vorgangs vor, wo Lachmann*) und Leidy**) denselben in übereinstimmender Weise verlaufen sahen. Ein aufzunehmender Nahrungskörper wird von den Pseudopodien gewissermaassen allseitig umflossen und indem sich dieselben jenseits um den Nahrungskörper verschmelzend vereinigen, wird dieser, sammt einer gewissen Quantität Wasser, in den Protoplasmakörper aufgenommen. Auch ein einzelnes

*) Verh. d. nat.-h. Ver. d. preuss. Rheinl. XVI.

**) Proceed. Acad Philad. 1874. p. 143 u. 1877. p. 288.

Pseudopodium wird ohne Zweifel die Fähigkeit besitzen, einen kleineren oder grösseren Nahrungskörper derartig zu umfliessen. Etwas anders gestaltet sich jedoch der Vorgang bei Aufnahme ansehnlich grosser Nahrungstheile, so z. B. längerer Algenfäden; in solchen Fällen sieht man die Amöbe gewissermaassen den Nahrungskörper umfliessen, der in dieser Art, häufig nicht ohne beträchtliche Anstrengungen des Amöbenkörpers und zuweilen erst nachdem hierdurch der Algenfaden in mehrere Stücke zerbrochen worden ist, in den Körper aufgenommen wird. Interessant ist die neuerdings von Duncan*) und Leidy gemachte Beobachtung, dass die Amöben hauptsächlich mit ihrem sogen. Hinterende die Nahrungsaufnahme vollziehen sollen.

Wie angegeben, zeigt sich schon bei einer ziemlichen Zahl den echten Lobosen sehr nahestehender Formen eine Hinneigung zur Entwickelung zärterer, fadenförmiger und zugespitzter Pseudopodien. Diese treten uns in noch höherer Entwickelung in der Abtheilung der sogen. Reticulata entgegen. Einfachere Verhältnisse, durch welche ein naher Anschluss an die eben charakterisirten Lobosen vermittelt wird, zeigen uns die meisten Süsswasserformen dieser Gruppe, wie ja auch die Lobosen vorzugsweise dem süssen Wasser angehören. Hier treffen wir zarte, ziemlich dünne, häufig noch ganz hyaline Pseudopodien mit mehr oder minder ausgeprägt spitzwinkeliger Verästelung ihrer Enden, jedoch ohne grosse Neigung zur Verschmelzung untereinander. Es bilden sich hier entweder nur wenige oder keine Anastomosen zwischen den Pseudopodien, fast nie aber ein so reiches Netzwerk, wie dies bei den marinen Reticulata fast durchweg der Fall ist. Treffliche Beispiele dieser Form der Pseudopodienbildung sehen wir bei Euglypha, Trinema, Cyphoderia, Platoum und Lecythium (s. III.), hier finden wir dieselben ganz hyalin und körnchenlos; auch die Amphistomeen schliessen sich hier an. Gewisse Gromien (z. B. Gromia Dujardini M. Sch.) besitzen ähnliche, hyaline, spitzig verästelte und sehr starr erscheinende Pseudopodien. Ob bei solchen hyalinen Pseudopodien eine ähnliche, wahrscheinlich nicht fehlende Strömungserscheinung des Plasmas der Pseudopodien stattfindet, wie sie an den körnerführenden Pseudopodien sehr deutlich ist, kann bei dem Mangel der Körnchen hier nur schwierig festgestellt werden.

Die typisch reticulären Formen, wozu wir ausser einer kleinen Zahl von Süsswasserformen — wie z. B. die Mikrogromia, Lieberkühnia, einen Theil der Gromien und Pseudodifflugien — die grosse Masse der marinen Rhizopoden zu rechnen haben, zeichnen sich durch die meist sehr feinen, fadenförmigen, gewöhnlich in sehr grosser Anzahl entwickelten Pseudopodien aus. Dieselben sind körnchenführend, zeigen das Phänomen der sogen. Körnchenströmung und treten durch mehr oder weniger zahlreiche,

*) Duncan, P. M., Studies amongst Amoeba. Popular science review 1877. (Nicht eingesehen!)

netzförmig zwischen den Pseudopodien ausgespannte Anastomosen in Communikation (IV. 6; IX. 1; XI. 2). Die trefflichsten Schilderungen derartiger Pseudopodiennetze, ihrer Bildung und ihres Verhaltens, hat M. Schultze bei mehreren Gelegenheiten gegeben.*) Bei den einmündigen imperforaten Formen entwickeln sich diese sehr zahlreichen, in ihrer Stärke etwas schwankenden Pseudopodien aus der einfachen Schalenöffnung, z. B. einer Gromia oder Miliola;**) zuweilen breitet sich jedoch das Protoplasma, indem es reichlicher aus der Mündung hervorquillt, wie ein Ueberzug über die Schale aus und lässt nun allseitig die zarten Pseudopodien ausstrahlen. Bei den Perforaten scheint zwar die Entwickelung der Pseudopodien gleichfalls zunächst von der weiteren Schalenmündung aus vor sich zu gehen, späterhin treten jedoch die Pseudopodien allseitig aus den Poren der Schale hervor.

Es bestehen diese Pseudopodien, wie eine Untersuchung bei starker Vergrösserung nachweist, aus einem sehr feingranulirten Plasma, das zahlreiche stark lichtbrechende Körnchen, von rundlicher bis stäbchenförmiger Gestalt, mit sich führt, die an der Oberfläche der Fäden hingleiten, so dass sie meist über dieselbe noch etwas hinausragen. Wie schon bemerkt, sind diese Körnchen in mehr oder minder lebhaft strömender Bewegung begriffen; man sieht sie an den Fäden einerseits von der centralen Körpermasse hinauseilen bis zu dem äussersten Pseudopodienende, während sie andererseits auf den gleichen Fäden in rückläufigem Strom sich zur Schale zurückbewegen. Hieraus geht hervor, dass sich an jedem der Pseudopodienfäden das Plasma in strömender Bewegung befindet, dass sich ein Strom, aus der Körpermasse hervortretend, nach der Peripherie begibt, während gleichzeitig ein rückkehrender dem Körper wieder zueilt.***) Zuweilen treten an den fadenartigen Pseudopodien auch lokale, spindelförmige Anschwellungen, Varicositäten, auf, die sich ähnlich wie die Körnchen an dem Faden fortbewegen können.†) Was die Länge

*) S. 53 und: Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Leipzig 1863.

**) Bei den oben erwähnten Süsswassergeschlechtern Mikrogromia, Lieberkühnia und z. Th. auch Gromia entspringen die Pseudopodien von einer stielartigen Verlängerung des Vorderendes des Protoplasmakörpers, die aus der Schalenmündung hervorgestreckt wird, dem sogen. Pseudopodienstiel. Bei Mikrogromia und Lieberkühnia (III. 15, 16, p) entspringt dieser Pseudopodienstiel nicht vom vorderen Theil des Weichkörpers, sondern etwas hinter demselben seitlich, so dass hierdurch die schon im Schalenbau angedeutete bilaterale Gestaltung noch deutlicher zum Ausdruck kommt.

***) Diese Schilderung M. Schultze's von dem Vorhandensein der Doppelströme an den Pseudopodien der Reticularia kann sich doch wohl vorzugsweise nur auf die, wenn der Ausdruck erlaubt ist, ruhenden, d. h. in ihrer Gestalt für eine gewisse Zeit wenig veränderlichen beziehen, da in den sich hervorbildenden Pseudopodien oder umgekehrt in den sich zurückziehenden doch wohl die Strömung einseitig erfolgen, oder doch die Strömung in einer Richtung sehr gegen die in anderer vorherrschen muss. Doch gibt Schultze ausdrücklich an, dass sich an den im Hervortreten begriffenen, an ihren Enden meist knopfförmig angeschwollenen Pseudopodien ein rückläufiger Strom bemerken lasse, wie umgekehrt auch sogar während der Einziehung ein centrifugaler Strom zu bemerken sein soll.

†) Im Allgemeinen scheint es wenig wahrscheinlich, dass den fadenartigen Pseudopodien

der in solcher Weise entwickelten Pseudopodien betrifft, so ist dieselbe gewöhnlich sehr ansehnlich und erhebt sich bis zu dem 6—10fachen des Schalendurchmessers. Natürlich vermag sich ein solch zartes, reiches Pseudopodiennetz gewöhnlich nicht frei in dem umgebenden Medium zu erheben, sondern kriecht auf einer Unterlage hin. Es ist leicht einzusehen, wie durch Verkürzung der Pseudopodien auch eine langsame Ortsveränderung der ganzen Schale bewerkstelligt werden kann und so, ähnlich wie dies auch für die seither besprochenen Formen gilt, der Organismus sich mit Hülfe seiner Pseudopodien kriechend bewegt.

Wie durch Verschmelzung der Pseudopodien Netze hergestellt werden können, so können dieselben auch stellenweise zu grösseren protoplasmatischen, plattenartigen Anhäufungen zusammenfliessen und dies findet namentlich statt, wenn es gilt, Nahrungskörper mit Hülfe der Pseudopodien in den Körper einzuführen. Es geschieht dies in der Weise, dass der aufzunehmende Körper von mehreren Pseudopodien ergriffen und gewissermaassen umflossen wird, indem Protoplasma reichlich zuströmt, den betreffenden Körper umhüllt und derselbe hierauf durch Verkürzung der Pseudopodien allmählich in den Körper hereingezogen wird.*) Fraglich scheint es jedoch, ob ein solcher Nahrungskörper zu seiner Verdauung stets nothwendig in die Hauptkörpermasse, resp. die Schale, eingeführt zu werden braucht, oder ob nicht die Assimilirung auch ausserhalb der Schale, wenn nur eine hinreichende Umhüllung desselben durch lebendiges Protoplasma stattgefunden hat, vor sich zu gehen vermag.

Die hier geschilderte, jetzt allgemein anerkannte Natur der reticulären Pseudopodien der Rhizopoden und ihrer Körnchenströmung, welche schon von Dujardin in richtiger Weise aufgefasst worden war, gab seiner Zeit Veranlassung zu einem hartnäckigen Streit zwischen M. Schultze und Reichert, wie einer Anzahl weiterer Forscher, die sich theils auf die eine, theils mehr auf die andere Seite schlugen. Unter diesen ist hauptsächlich noch Häckel zu nennen, der mit grosser Lebhaftigkeit die Dujardin-Schultze'sche Ansicht vertheidigte. Ehrenberg, dessen Ansichten über die Natur der marinen Rhizopoden schon früher, gelegentlich des historischen Ueberblicks, mitgetheilt wurden, hat sich nie mit der Dujardin-Schultze'schen Auffassung ausgesöhnt, und stets daran festgehalten, dass es sich bei der Bildung der Pseudopodiennetze nicht um eine wahre Verschmelzung handle, sondern um eine innige Aneinanderlagerung der stets getrennt bleibenden Pseudopodienfäden — dass demnach die gesammte Netzbildung nur eine scheinbare sei. Reichert,**) als ein heftiger Gegner der ganzen sogen. Sarkodetheorie, hält wie Ehrenberg diese Netzbildung für eine scheinbare und wandte sich

---

der Rhizopoden z. Th. eine Differenzirung in Axenfaden und Rindenschicht zukomme, wie wir solches späterhin bei einem Theil der Heliozoën und Radiolarien finden werden; dennoch möge an dieser Stelle darauf aufmerksam gemacht werden, dass M. Schultze für die körnchenarmen und weniger leichtflüssigen Pseudopodien eine solche höhere Ausbildungsstufe nicht unmöglich hält (s. „Das Protoplasma").

*) Bei dieser Gelegenheit sei noch erwähnt, dass M. Schultze mehrfach eine sehr plötzliche lähmende Wirkung der Pseudopodiennetze von Gromia und Polystomella auf dieselben berührende Infusorien beobachtete; ein Moment, das für ihre Bedeutung als Organe zur Nahrungsaufnahme nicht gering anzuschlagen sein wird.

**) Monatsberichte d. Berliner Akad. 1862, Arch. f. An. u. Physiol. 1862 (Abdruck). Monatsber. 1863, 1865 (Abdr. im Arch. f. A. u. Ph.). Ueber Schultze's Vertheidigung siehe auch: Arch. f. Naturgesch. 1863 und haupts.: Das Protoplasma 1863.

namentlich auch gegen das Phänomen der Körnchenströmung, das nach ihm nicht durch Strömung thatsächlich existirender Körnchen, sondern durch das Fortschreiten von Contraktionswellen an den Pseudopodienfäden hervorgerufen werde. Es handle sich also hier, wie gesagt, nicht um wirkliche Körnchen, sondern der Anschein solcher sei hervorgerufen durch schlingenartige Contraktionswellen, die an dem Faden hüpfend sich fortbewegten. Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, diesen Streit durch alle die Gründe und Gegengründe hindurch zu verfolgen. Wir heben nur hervor: dass einmal die gesammte optische Erscheinung der Körnchen und ihrer Bewegungen, ferner die Netzbildung der Pseudopodien gegen die Ehrenberg-Reichert'sche Auffassung spricht, andererseits der namentlich von Häckel und späterhin auch von M. Schultze geführte Nachweis, dass feine, dem Rhizopodenkörper zugeführte Karmin- oder Stärkemehlkörnchen in derselben Weise wie die eigentlichen sogen. Protoplasmakörnchen die Erscheinung der Strömung auf den Pseudopodien zeigen, hinreichend die gegentheilige Ansicht widerlegt. Auch anderweitige kleine Fremdkörper können in solcher Weise von dem rückläufigen Strom der Pseudopodien ergriffen und als Nahrungsbestandtheile dem eigentlichen Thierkörper zugeführt werden. Uebrigens hat Reichert in seinen späteren Abhandlungen über diesen Gegenstand seinen ursprünglich schroffen Gegensatz vielfach gemildert. Wir glaubten hier einige kurze Bemerkungen über diese Streitfragen einschalten zu sollen, da hauptsächlich die Untersuchung unserer Rhizopoden zum Austrag derselben geführt hat.

Eine recht eigenthümliche und bemerkenswerthe Erscheinung tritt uns noch darin entgegen, dass eine Reihe von Rhizopoden das Vermögen besitzt, Pseudopodien oder doch pseudopodienartige Fortsätze von zweierlei Gestalt auszusenden. Gelegentlich haben wir dieses Verhalten schon bei der sogen. Amoeba radiosa erwähnt, die zuweilen ihre ansehnlich langen, strahlenartigen Pseudopodien einzieht und sich mit Hülfe kurzer, stumpfer Fortsätze weiterbewegt. Auch bei seiner Gromia granulata (= Plagiophrys lentiformis H. u. L.) hat F. E. Schulze zuweilen das Hervortreten kurzer, lappenförmiger Pseudopodien zwischen den Basen der gewöhnlichen, lang fadenförmigen beobachtet.

Ziemlich allgemein scheint jedoch den Amöben noch die Eigenthümlichkeit zuzukommen, an ihrem Hinterende eine Anzahl, häufig wie ein Schopf zusammenstehender, kurzer fransen- oder haarartiger, ectoplasmatischer Fortsätze zu entwickeln (II. 5, d). Möglich, dass diese Erscheinung schon von Dujardin bei seiner Amoeba inflata beobachtet wurde, späterhin haben sich hauptsächlich Lieberkühn,*) Wallich**) (der auf diesen vergänglichen Charakter seine A. villosa = princeps Ehrbg. gründete), Carter und Andere mit dieser Erscheinung beschäftigt und es hat sich herausgestellt, dass es sich hier wohl um eine bei Amoeba und verwandten Organismen ziemlich verbreitete Erscheinung handelt. So zeigt sich dieselbe ähnlich zuweilen auch bei Pelomyxa und Plakopus F. E. Sch., und auch die später bei den Flagellaten zu besprechenden, mit Geissel versehenen Amöben, so z. B. die Mastigamoeba F. E. Schulze's und die Amoeba monociliata Carter's bieten das gleiche Verhalten.

Diese haarartigen Fortsätze machen einen sehr starren Eindruck und scheinen keiner activen Bewegung fähig zu sein; sie sind daher auch kaum in die Kategorie der eigentlichen Pseudopodien zu ziehen. Während

*) S. bei Clap. u. Lachm. 60.
**) A. m. n. h. 3. XI u. XII.

sie meist verhältnissmässig sehr kurz bleiben, hat Archer*) einmal bei einer, wegen der Anwesenheit eines solchen hinteren Schopfes kurzer Fortsätze als A. villosa bezeichneten Form, auch nebenbei noch einen Büschel feiner Fortsätze von Körperlänge und gelegentlich auch unter den gewöhnlichen kurzen, hintern Fortsätzen einige körperlange angetroffen.

In dieselbe Kategorie starrer, kurzer Oberflächenfortsätze gehören ohne Zweifel auch die von Hertwig und Lesser bei ihrer Dactylosphaera vitreum beschriebenen, welche die ganze oder nur einen Theil der Oberfläche sammt den Pseudopodien bedecken, und an denen sie gleichfalls Bewegungen nicht wahrzunehmen vermochten (I. 11). Eine solche Ausdehnung dieses Härchen- oder Zöttchenbesatzes über das gesammte Ectosark amöbenartiger Rhizopoden findet sich aber noch weiter verbreitet, so hat schon Stein**) (13) einen amöbenartigen Organismus, der gänzlich von solchen kurzen Borsten überzogen war, unter dem Namen Chaetoproteus beschrieben; späterhin wurde dann ein ähnlicher, wenn nicht identischer, von Leidy***) aufgefunden. In dieselbe Kategorie, wie die eben beschriebenen haarartigen, starren Fortsatzbildungen der Amöben, mögen auch die bei dem interessanten Diaphoropodon Archer's von der gesammten Körperoberfläche zwischen den Schalenpartikeln entspringenden haarartigen Fortsätze gehören (IV,1). Neben solchen entwickelt diese Form dann noch mehr oder minder zahlreiche, sehr lang fadenartige, oder in sehr eigenthümlicher Weise tannenbaumartig verästelte Pseudopodien aus der Schalenmündung.

Ueber die eigentliche Natur und Bedeutung dieser zöttchen- bis haarartigen Fortsätze der amöbenartigen Rhizopoden vermag vielleicht aus einer Beobachtung Czerny's†) einiger Aufschluss geschöpft werden. Derselbe fand nämlich, dass Amöben bei Zusatz von $^1/_4\,^0/_0$ Kochsalzlösung zahlreiche, feine, wimperartige Fortsätze aussenden, die „rasch länger, dann knotig werden, sich biegen und in zitternde Bewegung gerathen." Möglich, dass hieraus der Schluss gezogen werden darf, dass das Ectoplasma der Amöben die Eigenthümlichkeit besitzt, bei stärkerer Verdichtung durch Wasserentziehung (wie sie ohne Zweifel in Folge des Zusatzes von Kochsalzlösung eintritt) solche Fortsätze zu entwickeln. Diese Auffassung erscheint auch noch deshalb nicht unplausibel, weil es das Hinterende der kriechenden Amöbe ist, wo sich der Schopf solcher Fortsätze gewöhnlich entwickelt. Aus früher in der Einleitung erörterten Gründen aber, scheint es wahrscheinlich, dass eben am Hinterende die Dichte des Protoplasmas am bedeutendsten, resp. dasselbe hier am wasserärmsten ist.

Gewisse eigenthümliche Erscheinungen zeigen sich z. Th. noch bei der Einziehung der Pseudopodien mancher Rhizopoda, und verdienen hier noch eine kurze Besprechung. Bei der schon mehrfach erwähnten Dactylosphaera vitreum haben Hertwig und Lesser beobachtet, dass die

*) Qu. j. micr. sc. VI.

**) Abh. d. k. böhm. Ges. d. W. X.

***) Proc. acad. Philad. 1874.

†) Arch. f. mikr. Anatomie Bd. V. p. 158.

strahlenartigen, jedoch ziemlich dicken Pseudopodien vor ihrer Einziehung plötzlich knorrig und unregelmässig werden und hierauf rasch zurückfliessen. Noch bemerkenswerther ist das schon Carter (75. 13) und Fresenius*) bekannte, später auch durch Hertwig und Lesser geschilderte Verhalten der fadenartig zugespitzten Pseudopodien bei Cyphoderia. Hier fliesst das Pseudopodium entweder rasch zu einem Protoplasmatropfen zurück oder zieht sich zunächst plötzlich zu einer, ihre Windungen allmählich verkürzenden, Spirale zusammen; dasselbe geschieht gewöhnlich auch, wenn das Pseudopodium ein Nahrungspartikelchen ergriffen hat, das dann in einem Protoplasmatropfen eingeschlossen, der sich an dem Ende des Scheinfüsschens gebildet hat, in den Körper des Thieres eingezogen wird. Einen ähnlichen Vorgang hat dann ferner auch F. E. Schulze bei seiner Gromia granulata (wohl = Plagiophrys lentiformis H. u. L.) beobachtet, indem hier bei der Einziehung eines Pseudopodiums plötzlich eine Erschlaffung desselben, mit welliger Kräuselung, zu beobachten war, worauf es zu einem Klumpen zusammenschmolz.

Zum Beschluss unserer Betrachtung der Pseudopodienbildung der Rhizopoda müssen wir noch einen Blick auf die seltneren Vorkommnisse pseudopodienartiger Fortsätze mit schwingenden bis geisselnden Bewegungserscheinungen werfen. Wir kennen nur einen oder vielleicht zwei hierher gehörige Fälle, die sich bei amöbenartigen Organismen gefunden haben und die unser Interesse um so mehr in Anspruch nehmen, als, wie bekannt, eine ganze Reihe amöbenartiger Organismen mit der Zeit entdeckt worden ist, die durch den Besitz einer mehr oder minder ansehnlichen Geissel sich den eigentlichen Flagellaten so innig anschliessen, dass wir vorgezogen haben, sie diesen anzureihen und ihre Besprechung daher auf später zu verschieben. Die jetzt zu erwähnenden Vorkommnisse aber scheinen eine ziemlich directe Uebergangsstufe von den gewöhnlichen Amöben zu jenen Geisselamöben zu bilden.

Der einfachste hierhergehörige Fall liegt zunächst bei der schon mehrfach erwähnten Amoeba radiosa Auerb. vor. Die strahlenartigen langen Pseudopodien, welche diese Form im ruhenden Zustand aussendet (I. 10), besitzen nach meinen Beobachtungen**) zeitweilig die Fähigkeit, mit ihren fein ausgezogenen, häufig schlingenförmig umgebogenen Enden leicht hin und her zu schwingen oder sich anhaltend drehend zu bewegen.

Wie schon früher bemerkt, werden dann diese Pseudopodien zuweilen eingezogen und der Organismus bewegt sich mittels breiter, lappiger Pseudopodien fort. Ganz ähnlich verhält sich nun nach den Untersuchungen Lachmann's (60) eine zu der Gattung Podostoma erhobene Form, die sich hauptsächlich dadurch von der geschilderten A. radiosa unterscheidet, dass die langen, fadenartigen Fortsätze sich auf einem basalen kurzen, dickeren Fortsatz erheben und der Pseudopodienfaden heftige geisselnde Bewegungen ausführt, also sich hier in sehr hohem Grade der Natur

*) Abhandl. d. Senckenb. nat. Ges. II.
**) Z. f. w. Z. XXX.

wahrer Geisseln nähert. Er dient zur Nahrungsaufnahme, indem kleine Nahrungskörperchen an ihm herabgleiten und durch den basalen Träger des Geisselfadens aufgenommen werden. Dass sich an dieser Stelle eine persistirende Oeffnung zur Aufnahme der Nahrungskörper finde, wie Claparède und Lachmann angeben, scheint mir sehr wenig wahrscheinlich.

Etwas abweichend von dieser Schilderung des Podostoma ist die Darstellung, welche L. Maggi*) von demselben entwirft. Nach letzterem Beobachter sollen sich statt der von Claparède und Lachmann geschilderten, geisselnden Fortsätze auch häufig bedeutend längere, fadenförmige (und wohl auch geisselnd bewegliche) finden, die sich an ihrem Ende nicht zuspitzen, sondern durchaus gleichförmige Dicke besitzen. Ihren Ursprung sollen sie nicht, wie die gewöhnlichen Pseudopodien, aus dem Ectoplasma, sondern aus der früher erwähnten, sogen. Mesoplasmaschicht nehmen. Merkwürdigerweise sollen nun diese langen, fadenartigen Fortsätze an ihrem Ende eine Oeffnung zur Aufnahme der Nahrung besitzen, von deren Existenz ich jedoch ebensowenig überzeugt bin, wie von der oben nach Claparède und Lachmann angegebenen Mundöffnung an der Basis des geisselartigen Pseudopodiums. Ueberhaupt scheint mir die Beziehung der von Maggi untersuchten Organismen zu dem Podostoma filigerum Cl. u. L. nicht ganz sicher, wogegen ich trotz der Einwendungen Cattaneo's die Beziehungen des Podostoma zu A. radiosa für sehr innige halten muss, worin auch ihr Entdecker Lachmann mit mir übereinstimmt, der beide Formen gleichfalls für sehr innig verwandt erklärt.**)

η. Gallertige Umhüllungen des Weichkörpers.

Bildungen, wie sie die Ueberschrift dieses Abschnittes bezeichnet, sind verhältnissmässig seltene Vorkommnisse bei den Rhizopoda; dennoch sind 2 hierhergehörige, bei verwandtschaftlich sich sehr wenig nahestehenden Formen findende Fälle bekannt geworden, von denen es jedoch fraglich erscheinen darf, ob sie in näherer Beziehung zu einander stehen. Der erste betrifft eine amöbenartige Form, die sogen. Amphizonella Greeff's***) (II. 7). Hier wird der amöbenartige Körper von einer ziemlich dicken, hyalinen Umhüllungsschicht überzogen. Dieselbe ist recht resistent gegenüber Säuren und Alkalien, besitzt jedoch jedenfalls nur eine etwa gallertige Consistenz, da sie von den fingerförmigen Pseudopodien leicht durchbohrt wird und ebenso schnell wieder an Stelle der eingezogenen Pseudopodien zusammenfliesst.

Der zweite Fall hingegen betrifft eine marine, pelagische Form der Perforata, nämlich die sogen. Hastigerina Murrayi (Untergenus von Globigerina). Hier fand zuerst Murray*) bei wohlerhaltenen, lebenden Thieren eine den Durchmesser der Schale fast um das Doppelte an Dicke über-

*) Rendic. d. R. Istit. Lomb. IX. 1876.
**) Verh. d. nat.-hist. Ver. d. pr. Rheinl. u. Westph. XVI.
***) Arch. f. mikr. A. II.
*) Proc. roy. soc. XXIV. p. 532.

treffende Umhüllung von „bubble like extensions" der Sarkode, wie er sich ausdrückt (IX. 1). Dass es sich jedoch hier, wie schon der erste Anblick der Abbildung lehrt, um eine ähnliche Alveolenhülle handelt, wie sie bei den Radiolarien so weit verbreitet ist, hat R. Hertwig,*) der genaue Kenner der Radiolaria, durch eigene Untersuchung der Hastigerina oder einer sich ähnlich verhaltenden pelagischen Globigerinenform gezeigt. Demnach wird auch hier eine ansehnlich dicke Gallerthülle die Schale sammt Thierkörper äusserlich umhüllen, durch welche Gallerthülle sich Sarkodenetze hindurchziehen, die von der Oberfläche der Gallerte die Pseudopodien entspringen lassen. Die „bubble like extensions" aber sind zahlreiche ansehnliche, sogen. Alveolen (Flüssigkeitsvacuolen), die in der Substanz der Sarkodenetze der Gallerte gebildet werden.

Eine genauere Darstellung der entsprechenden Bildungen der Radiolarien wird späterhin bei diesen mitgetheilt werden. Es liegt die Vermuthung sehr nahe, dass solche Gallert- und Alveolenbildung nicht nur auf die erwähnte Gattung beschränkt sei, sondern eine weitere Verbreitung unter den pelagischen Rhizopoden besitze, worauf denn auch die Bemerkung Murray's hindeutet, dass auch die stachellosen Formen der pelagischen Rhizopoden (also wohl hauptsächlich Pulvinulinen) ähnliche blasige Ueberzüge entwickelten.

5. Verhalten des Weichkörpers zur Schale und Bildung der Schale durch den Weichkörper.

In seinem erwachsenen Zustand zeigt der Organismus der beschalten Rhizopoden ein etwas verschiedenes Verhalten zu der ihn umhüllenden Schalenhaut; wir haben daher hier auch auf diese Verhältnisse noch einen Blick zu werfen.

Unzweifelhaft geschieht die erste Bildung eines Schalenhäutchens in directer Auflagerung auf die Oberfläche des Protoplasmaleibes selbst, ja es handelt sich wohl auch hier um eine directe chemische Umbildung der äussersten Plasmaschicht, welche den Anstoss zur Schalenbildung gibt, wofür ja die von uns früher namhaft gemachten Fälle sprechen, in welchen das Vorhandensein eines Schalenhäutchens unsicher ist. In diesen letzterwähnten sowohl, als auch in den sich zunächst anschliessenden Fällen mit sehr dünner oder doch biegsamer und zarter Schalenhaut, wie wir solches z. B. bei Lieberkühnia, Lecythium, Gromia und unter den Lobosen bei Cochliopodium gefunden haben, liegt daher auch die Schalenhaut der Oberfläche des protoplasmatischen Weichkörpers noch dicht auf. Hat dieselbe hingegen eine grössere Festigkeit erlangt, so zeigt sich bei den monothalamen Formen des Süsswassers häufig eine Zurückziehung des Körpers von der Schale, die dann also nicht mehr völlig von dem Weichkörper ausgefüllt wird. Ein solches Verhalten ist namentlich bei den Lobosen weit verbreitet, wird jedoch auch bei den

*) Jen. Zeitschr. IX.

Reticulata nicht selten angetroffen. Entweder trennt in diesen Fällen eine mehr oder minder ansehnliche, mit Flüssigkeit erfüllte Zone den Weichkörper völlig von der Schale, der sich dann nur noch an der Mündung an dieselbe zur Befestigung anzulegen scheint, wie sich solches z. B. bei Mikrogromia und Platoum, jedoch auch bei Euglypha und Trinema beobachten lässt; oder aber es heftet sich der Weichkörper durch besondere zarte, vom Hinterende des Körpers entspringende Plasmafortsätze im Grunde der Schale fest. In diesen Fällen, wie sie unter den Lobosen sehr wohl ausgeprägt bei Arcella (II. 9a), Hyalosphenia (II. 10), Quadrula (II. 12) und Difflugia, unter den Reticulata hingegen bei Cyphoderia (III. 13) zu beobachten sind, hat sich demnach hauptsächlich das Hinterende des Körpers weit von dem Schalengrunde zurückgezogen, so dass bisweilen der Weichkörper wie in der Mündung aufgehängt erscheint.

Unzweifelhaft sind diese zur Befestigung verwertheten protoplasmatischen Fortsätze des Hinterendes auch einer activen Veränderung fähig und vermögen den Weichkörper in den Schalengrund zurückzuziehen. Einige Forscher berichten sogar von einem plötzlichen Zurückziehen solcher Formen, ohne Zweifel mit Hülfe dieser hinteren Fortsätze. So gibt Stein*) dieses Verhalten von seiner Hyalosphenia cuneata an, doch hat F. E. Schulze bei seiner H. lata nichts Aehnliches beobachtet und Carter berichtet ebenso ein plötzliches Zurückziehen seiner Difflugia bipes (wahrscheinlich zu Nebela Leid. zu stellen [III. 10]) mittels ihrer hinteren Fortsätze, wobei sich der Weichkörper gleichzeitig zu einer Kugel abrunden soll.**)

Bei den marinen, kalkschaligen und sandschaligen Rhizopoden scheint nach den Untersuchungen M. Schultze's und anderer Forscher der Weichkörper die Schalenhöhlungen gewöhnlich völlig anzufüllen, wie dies schon daraus hervorgeht, dass man durch vorsichtiges Auflösen der Kalkschalen mittels Säure gewöhnlich einen untadelhaften Ausguss der Schalenräume in Gestalt des restirenden Plasmakörpers erhält. Für die polythalamen Formen hebt jedoch M. Schultze hervor, dass die jüngste Kammer häufig keine völlige Erfüllung mit Protoplasma, sondern nur ein feines Gespinnst von Protoplasmafäden enthalte und hält diesen Zustand für den primitiven, dem eine völlige Erfüllung erst nachträglich folge.

Aber nicht nur die weiten, eigentlichen Schalenräume der marinen Formen sind in dieser Weise meist völlig durch Sarkode erfüllt, sondern auch die Porenkanäle der Perforaten sowie das Kanalsystem, wo ein solches vorhanden ist, besitzen eine Erfüllung durch Protoplasma. Für die Porenkanäle ergibt sich dies ja schon aus dem Durchtreten der Pseudopodien, für das Kanalsystem hingegen ist eine solche Erfüllung gleichfalls verständlich, da dasselbe ja stets in irgend einer Weise mit den Kammerräumen communicirt. Dass jedoch auch dieses Kanalsystem der Schale der höheren Rhizopoden thatsächlich mit Protoplasma erfüllt sei, wie

*) Abh. d. k. böhm. G. d. W. X.

**) A. m. n. h. 4. V.

Carpenter vermuthete, und nicht etwa Flüssigkeit führe, wie dies z. B. von Carter*) behauptet worden war (der hiernach das Kanalsystem für eine den Einströmungskanälen der Spongien vergleichbare Einrichtung erklärte), hat erst Kölliker**) an vorsichtig entkalkten Formen nachgewiesen, bei welchen es gelang, die Protoplasmareste in den Kanälen noch deutlich zu beobachten.

Ein weiteres eigenthümliches und wichtiges Verhalten des Weichkörpers zur Schale scheint bei den marinen Rhizopoden zuweilen vorhanden zu sein, nämlich die mehr oder minder völlige Umfliessung der äusseren Schalenoberfläche durch aus dem Inneren hervorgedrungenes Protoplasma. Bei den Imperforaten (so z. B. sehr schön bei Gromia) tritt das Protoplasma aus der Schalenöffnung aus und ergiesst sich als ein Ueberzug über die Schalenoberfläche (IV. 6), während bei den Perforata ein solcher Ueberzug durch Verschmelzung der Basaltheile der aus den Poren hervorgedrungenen Pseudopodien sich bilden kann. In wie weit jedoch diese Erscheinung unter den marinen Rhizopoden verbreitet ist, scheint bis jetzt, bei der Mangelhaftigkeit unserer Kenntniss derselben im lebenden Zustand, nur wenig aufgeklärt. Die Wachsthums- und Bildungsverhältnisse der Schale, auf die wir gleich noch näher einzugehen haben werden, machen es sehr wahrscheinlich, dass solche Ueberdeckungen der äusseren Schalenfläche mit Protoplasma hierbei eine wichtige Rolle spielen, wie dies ja auch durch Carpenter und Wallich***) betont wurde, welch letzterer sogar diese äussere Plasmalage mit einem besonderen Namen, Chitosark, belegt hat, und auch bei den monothalamen Süsswasserformen einer solchen (jedoch bis jetzt von Niemand gesehenen) äusseren Plasmalage, eine wichtige Rolle beim Schalenbau zuschreibt.

Wenn wir uns jetzt zu einer Erörterung der wichtigen und interessanten Frage wenden, in welcher Weise der so einfach organisirte Plasmakörper der Rhizopoden im Stande ist, so complicirt gebaute Schalenbildungen zu erzeugen, wie wir sie z. B. unter den Nummuliniden antreffen, so müssen wir zunächst gestehen, dass thatsächliche Erfahrungen hierüber kaum vorliegen. Es beschränken sich die Vorstellungen hierüber wesentlich auf Vermuthungen und Wahrscheinlichkeiten, wie man sie aus den Bauverhältnissen der fertigen Schale, mit Berücksichtigung der Beschaffenheit des Weichkörpers, a posteriori zu entwickeln vermag. Namentlich Carpenter (74) hat sich mit der Erörterung dieser Frage bei den einzelnen Formen beschäftigt. Die einfacheren Verhältnisse des Schalenbaues der monothalamen Süsswasserformen haben wir oben schon kurz auch in Bezug auf ihre Entstehung erörtert und kommen späterhin noch auf besondere Verhältnisse zurück.

Was hingegen die marinen kalkschaligen Formen betrifft, so heben wir hier kurz noch die wichtigsten Punkte hervor, ohne uns jedoch auf

*) A. m. n. h. 2. X.

**) Icones histiologicae I.

***) A. m. n. h. 3. XIII. p. 72—82.

eine Erörterung der besonderen Bildungsverhältnisse bei einzelnen Formen näher einzulassen, sondern beschränken uns darauf, uns bei einer ausgewählten, complicirten Form den wahrscheinlichen Gang der Schalenbildung kurz vorzuführen.

Was zunächst den Unterschied in dem Bau der Schalenwandung bei den Imperforaten und Perforaten betrifft, so darf derselbe wohl auf die ursprüngliche Verschiedenheit der die Schalen aufbauenden Weichkörper zurückgeführt werden. Die Imperforata leiten sich sonder Zweifel von Formen ab, welche auch schon im nackten, schalenlosen Zustand ihre Pseudopodien vorzugsweise von einer gewissen Körperstelle aussendeten, so dass, indem sich die Körperoberfläche gleichmässig, mit Ausnahme der Pseudopodienursprungsstelle, mit einem Schalenhäutchen bekleidete, eine imperforate, nur mit einer grösseren Oeffnung versehene Schale entstand. Die Perforaten hingegen müssen wir von Formen herleiten, welche das Vermögen besassen, allseitig zarte, fadenartige Pseudopodien auszusenden, wenn auch eine gewisse Körperstelle in dieser Hinsicht bevorzugt war. Indem sich auf der von unzähligen feinen Pseudopodien bedeckten Körperoberfläche einer derartigen Form ein Schalenhäutchen bildete, blieben natürlich die Ursprungsstellen der Pseudopodien offen, so dass in dieser Weise eine von zahlreichen feinen Porenöffnungen durchbohrte Schalenwand ihre Entstehung nahm. Diese Bildungsweise der perforirten Schalenwandungen scheint durch die früher geschilderte, interessante Zusammensetzung der Wandungen aus zarten prismatischen Gebilden, von welchen jedes von einem Porenkanal durchbohrt wird, noch besonders unterstützt zu werden. Es würde so jedes dieser Prismen das Theilchen der Schalenwandung repräsentiren, das von je einem Pseudopodium gebildet worden wäre.

Wenn wir uns in dieser Weise die erste Entstehung eines Schalenhäutchens durch Secretion oder Umbildung der oberflächlichsten Plasmaschicht vorstellen können, welches erste Schalenhäutchen vielleicht auf die sogen. innere Cuticula (insofern eine solche bei den Kalkschalen überhaupt ausgeprägt ist) bezogen werden darf, so fragt sich weiter, wie das ansehnliche Dickenwachsthum, das ja die Schalenwände zahlreicher Formen zeigen, vor sich geht. Bezüglich dieser Frage, glaube ich, ist das Richtige schon von Carpenter, Wallich und Kölliker ausgesprochen worden, d. h.: das weitere Dickenwachsthum der Schalenwand erfolgt vorzugsweise, wenn nicht ausschliesslich, durch Auflagerung von Schalenmasse auf die äussere Fläche der Schalenanlage.

Die hierfür hauptsächlich geltend gemachten Gründe sind: 1) die Thatsache, dass von einer Verengerung der Schalenräume, wie sie die Folge einer von Innen stattfindenden Verdickung sein müsste, nichts zu beobachten ist; 2) die Ausbildung äusserlicher Skulpturen in Gestalt von Knoten, Rippen, Stacheln und dergleichen, welche der jugendlichen Schale fehlen, hingegen im erwachsenen Zustand hervortreten; 3) die ganz zweifellose Thatsache, dass bei jenen früher schon namhaft gemachten

zahlreichen Formen, welche eine Auflagerung von sogen. secundärer Schalensubstanz (Zwischenskelet) auf die primäre Kammerwand zeigen, diese secundäre, häufig sehr deutlich schichtweis abgesetzte Masse eine äusserliche Auflagerung darstellt. Dies ist hauptsächlich in den Fällen sehr deutlich, wo solche Auflagerungsmasse sich von einem jüngeren Umgang aus als directe Fortsetzung einem älteren auflagert. (Zahlreiche Beispiele hierfür bieten die Nummuliniden.)

Von geringerer Bedeutung für die Entscheidung dieser Frage scheint mir hingegen die von Kölliker gleichfalls betonte, frühzeitige und stete Gegenwart der sogen. inneren Cuticula zu sein; einmal deshalb, weil, wie oben schon erörtert wurde, diese Cuticula überhaupt kaum eine selbständige Bildung zu sein scheint, andererseits aber ihre stete und frühzeitige Gegenwart sich auch wohl mit einigen Voraussetzungen bei einer Verdickung der Schale durch innere Auflagerung verstehen liesse.

Aus diesen Bemerkungen über die Art des Dickenwachsthums der Schalenwandungen erklärt sich wohl die grosse Bedeutung, welche wir mit Carpenter, Kölliker und Wallich schon oben dem für einige Formen mit Sicherheit constatirten, zeitweiligen oder dauernden Sarkodeüberzug der Schale zugeschrieben haben, denn in diesem müssen wir hauptsächlich die Bildungsstätte jenes Wachsthums der Schale durch äussere Auflagerungen suchen. Bei den Perforaten mögen jedoch auch die basalen Abschnitte der zahlreichen Pseudopodien an Stelle eines continuirlichen Ueberzugs dienen (soweit es sich hier nicht um lokale Auflagerungen von solider Beschaffenheit handelt).

Es darf jedoch hier nicht stillschweigend übergangen werden, dass diese Vermuthungen über den Vorgang des Dickenwachsthums der Schalen in mancher Hinsicht noch problematisch erscheinen, da ihnen die Grundlage ausgedehnter Beobachtungen abgeht; so scheint mir namentlich für die porcellanartigen Schalen der Imperforata, an welchen von einer Schichtung nie etwas zu sehen ist, diese Auflagerungslehre etwas unsicher; um so mehr, als z. B. M. Schultze und andere Forscher, welche die hierhergehörigen Milioliden lebend untersuchten, nichts von einem protoplasmatischen Ueberzug der Schalenoberfläche, etwa wie bei Gromia, berichten.

Was die speciellen Wachsthumsverhältnisse bei den einzelnen Gattungen betrifft, die zu der grossen Mannigfaltigkeit der Rhizopodenschalen führen, so liegt hierüber, wie schon bemerkt, wenig oder kein Material zur Beurtheilung der thatsächlichen Vorgänge vor, so dass, wie gesagt, es sich zumeist um einige aus dem Bau der betreffenden Formen herzuleitende Schlussfolgerungen bezüglich der Wachsthumsvorgänge handelt. Was zunächst die monothalamen Formen betrifft, so bieten dieselben wenig Anlass zu eingehenderen Erörterungen dar; es ist ja die Schalengestaltung ohne Zweifel zunächst abhängig von gewissen, den Protoplasmakörper beherrschenden Gesetzmässigkeiten der Form, ohne dass wir bis

jetzt im Stande wären, über die fraglichen Gründe und Bedingungen uns äussern zu können. Denn dass diese unmöglich in solchen Aeusserlichkeiten gesucht werden dürfen, wie sie z. B. von Wallich*) für die Erklärung der so mannigfachen Schalengestaltungen der Difflugien geltend gemacht worden sind, dürfte keinem Zweifel unterliegen. Nach diesem Beobachter soll nämlich die allgemeine Gestalt der Difflugienschale wesentlich von solchen Bedingungen beeinflusst werden; zunächst durch die Art der ursprünglichen Vertheilung des Fremdkörpermaterials, das zum Bau der Schalen dient, indem eine einseitige Anhäufung desselben die Schale schief ziehen und die Mündung daher excentrisch verlagern soll. Aehnlich wirke jedoch auch eine fortdauernde, gleichmässige Strömung des von den Difflugien bewohnten Wassers; ja es soll sich, nach seiner Vorstellung, auf die einfache Wirkung solcher Wasserströmungen die spiralige Einrollung der Difflugia spiralis zurückführen lassen. Mag man den äusseren Verhältnissen einen noch so weit gehenden Einfluss auf die Bildungsverhältnisse der Rhizopoda zuschreiben, so wird man sich doch wohl nie von der Wirksamkeit derselben eine derartig grobmechanische und dabei noch sehr unklare Vorstellung machen dürfen.

Eine sehr eigenthümliche Erscheinung tritt jedoch im Wachsthum der monothalamen Süsswasserrhizopoden z. Th. hervor und ist wohl auch nicht ohne Einfluss auf die Vorstellung, die man sich von dem Wachsthum der Polythalamen zu bilden hat. Es ist dies nämlich die zunächst bei Arcella durch Claparède und Lachmann sehr wahrscheinlich gemachte sogen. Häutung, d. h. ein Verlassen der alten und die Bildung einer neuen Schale. Hierbei tritt der protoplasmatische Thierleib zum grössten Theil aus der Mündung der Schale hervor und scheidet hierauf eine neue ab, so dass nach Bildung dieser letzteren zwei mit ihren Mündungen einander zugewendete Schalen aufeinandergelagert sich finden, von welchen die neugebildete noch ganz hell, nahezu ungefärbt, ist, die alte hingegen sich durch ihre intensiv braune Färbung auszeichnet. Schliesslich soll das Thier die alte Schale völlig verlassen und sich in die neugebildete zurückziehen. Nach den Angaben Claparède's und Lachmann's soll sich dieser Process der Schalenneubildung mehrfach im Leben der Arcella wiederholen, wogegen Hertwig und Lesser, wie wir unten bei der Fortpflanzung noch näher zu besprechen haben werden, einige Zweifel gegen die zutreffende Deutung dieser Vorgänge erhoben, indem sie eine ähnliche Vermehrung durch Theilung mit Schalenneubildung beobachteten. Jedoch dürfte, wie sie selbst bemerken, auch wohl eine solche Häutung neben ähnlichen Theilungserscheinungen sich finden.

Auch bei Euglypha und der, in Bezug auf den Aufbau der Schale aus Plättchen, ähnlichen Quadrula, finden sich Anzeigen, die, wenn auch nicht mit völliger Sicherheit, auf eine Erneuerung der Schale, eine Art

*) A. m. n. h. 3. XIII.

Häutung, bezogen werden dürfen. Schon die älteren Beobachter Carter und Wallich haben, wie die neueren Untersucher Hertwig und Lesser, sowie F. E. Schulze, im Hintergrund leerer oder von dem protoplasmatischen Thierleib erfüllter Schalen häufig freie, oder zu ganzen Packeten zusammengelagerte Schalenplättchen angetroffen. Bei lebenden Euglyphen hat namentlich Schulze solche Plättchen in einer Schicht der Oberfläche des Thierleibes, unterhalb der eigentlichen Schale, aufgelagert gesehen. Die Vermuthung einer gelegentlichen Erneuerung der Schale liegt hiernach, wie auch Hertwig und Schulze annehmen, sehr nahe; dennoch ist bis jetzt eine sichere Entscheidung dieser Frage nicht wohl möglich, da nach Hertwig und Lesser's Beobachtungen bei der Encystirung von Euglypha eine aus ähnlichen Plättchen zusammengesetzte Cystenhülle unterhalb der alten Schale gebildet wird, zu deren Aufbau die erwähnten Schalenplättchen Verwendung finden könnten. Aehnliches wird über einen Häutungsvorgang bei Difflugia von Entz (110) berichtet, hier soll nach der Schilderung dieses Beobachters die Schale zuweilen in Stücke zerfallen, unterhalb welchen schon eine neugebildete Schale vorhanden sei. (Auf diese Erscheinung wird denn auch von Entz vorzugsweise die Behauptung gegründet, dass die die Schale der Difflugien aufbauenden Kieselstückchen von dem Thierleib selbst gebildet würden.)

Ein weiterer Vertheidiger der zeitweiligen Neubildung der Schalen der Monothalamen ist Alcock (86), der diese Ansicht vorzüglich auch für die marinen, kalkschaligen Formen ausgesprochen hat. Den Hauptgrund bildet für ihn die Unmöglichkeit, das Wachsthum dieser Formen ohne Hülfe eines solchen Vorgangs zu verstehen. M. Schultze (53) hingegen ist der Ansicht, dass sich das Wachsthum der monothalamen Schalen nur durch innere Resorptions- und äussere Auflagerungserscheinungen erklären lasse. Wir glauben diese Frage hier vorerst auf sich beruhen lassen zu sollen, da es für ihre Entscheidung an thatsächlichem Material völlig gebricht.

Den Vorgang bei der Bildung neuer Kammern der polythalamen Rhizopoden dürfen wir uns wohl im Ganzen ähnlich wie die oben charakterisirte Neubildung einer Schale bei Arcella denken. Soweit ich die zahlreichen Abbildungen und Beschreibungen von polythalamen Rhizopodenschalen vergleichen konnte, bin ich auf kein Beispiel gestossen, das etwa eine in Bildung begriffene, noch unvollständige Kammer darstellte. Es scheint daher, dass in ähnlicher Weise, wie sich die neue Schale bei jener Häutung oder Theilung der Arcella bildet, auch die Bildung einer neuen Kammer bei den polythalamen Schalen vor sich geht. Es wird zu diesem Behuf ziemlich rasch eine entsprechende Plasmamenge aus der einfachen oder den mehrfachen Oeffnungen der jüngsten Kammer austreten und sich gleichmässig und allseitig mit einem Schalenhäutchen bekleiden, oder es wird doch die Ausbildung des Schalenhäutchens sich über den gesammten neuen Kammerabschnitt hin sehr rasch vollziehen. Hiermit stimmen auch die wenigen directen Beobachtungen über die

Neubildung einer weiteren Kammer, die M. Schultze (53) bei Polystomella und einigen Rotalinen anstellte, ziemlich gut überein. Er sah die neue Kammer sich wie einen Wulst um die Mündung der jüngsten, vorhergehenden anlegen, bemerkt jedoch gleichzeitig, dass, „ehe die Schale (dieser neuen Kammer) vollständig erhärtet, sie meist diejenige Ausdehnung anzunehmen scheine, die ihr im vollständig ausgebildeten Zustand zukomme." Bei Polystomella glaubt er jedoch eine nachträgliche, nur durch innere Resorption und äussere Auflagerung stattfindende Vergrösserung der neugebildeten Kammer annehmen zu müssen, auch sollen hier die eigenthümlichen taschen- oder röhrenförmigen Aussackungen der Kammerhöhle erst nachträglich gebildet werden. Möglich, dass durch die geschilderten Bildungsvorgänge sich auch die von M. Schultze bemerkte, sehr unvollständige Füllung der jüngsten Kammer erklärt, indem das Plasma nach Bildung dieser Kammer zum Theil wieder in die alten Kammern zurücktreten mag.

Suchen wir uns, gestützt auf diese wenigen Erfahrungen, Rechenschaft zu geben von dem Bildungsgang einer neuen Kammer bei einer etwas complicirteren Form, z. B. einer Operculina, so hätten wir etwa Folgendes festzuhalten. Zur Bildung einer neuen Kammer wird eine entsprechende Protoplasmamasse aus der basalen Septalöffnung, sowie den secundären Porenöffnungen des letzten Septums hervortreten und wird sich vor diesem in Form eines neuen Kammerabschnitts anhäufen. Gleichzeitig wird sich jedoch auch hierzu noch Protoplasma gesellen, welches aus dem Kanalsystem des Dorsalstrangs des vorhergehenden Umgangs hervorgedrungen ist. Der plasmatisch vorgebildete neue Kammerabschnitt wird sich nun allseitig, mit Ausnahme des durch den Dorsalstrang des vorhergehenden Umgangs begrenzten Abschnittes mit einer dünnen Schalenlamelle umkleiden, jedoch wird diese da, wo sie sich auf das letzte Septum auflagert, kanalartige Räume offen lassen, welche das Kanalsystem in der Scheidewand zwischen der neugebildeten und der vorhergehenden Kammer bilden. Fernerhin wird gleichzeitig zu jeder Seite des Dorsalstrangs des vorhergehenden Umgangs ein Theil der Spiralkanäle gebildet, indem hier die neugebildete Schalenlamelle einen kanalartigen Raum zwischen sich und der Oberfläche des vorhergehenden Umgangs offen lässt, mit welchen Spiralkanälen dann der neugebildete Abschnitt des Kanalsystems in der Scheidewand in offene Verbindung tritt. Die Art und Weise, wie die neugebildete Kammerlamelle ihre Differenzirung in perforirte und solide Theile erhält, ergibt sich nach dem früher darüber Bemerkten von selbst. Das weitere Dickenwachsthum der Wände der neugebildeten Kammer ist gleichfalls nach den früheren Angaben verständlich und dürfte hier nur noch hervorzuheben sein, dass der Dorsalstrang der neugebildeten Kammer wohl hauptsächlich in directem Anschluss an den der vorhergehenden Kammer wächst.

Etwas abweichend geschieht jedenfalls das Wachsthum der cyklisch gebauten Rhizopodenschalen, wie Orbitolites und Orbitoides. Hier wird bei

der einfachen Form von Orbitolites aus den zahlreichen, rundlichen Oeffnungen der Kämmerchen des letzten Cyklus eine ringförmige Protoplasmamasse hervortreten, die sich durch Umkleidung mit einer Schalenlamelle zu dem Cyklus neuer Kämmerchen mit ihren verhältnissmässig weiten Communikationen gestaltet. Bei der complicirten Varietät von Orbitolites hingegen und ebenso bei Cycloclypeus und Orbitoides müssen sich die einzelnen Kämmerchen eines neuen Cyklus mehr unabhängig von einander bilden, jedoch ohne Zweifel ziemlich gleichzeitig.

Eine Bemerkung verdient wohl noch die Frage nach den Bildungsvorgängen der aus Fremdkörpern aufgebauten Schalen. Schon früher wurde die Thatsache hinreichend hervorgehoben, dass sich hierbei in vielen Fällen eine unzweifelhafte Auslese des verwertheten Materials erkennen lässt.*) In welcher Art jedoch eine solche bewerkstelligt wird, ist bis jetzt noch ganz unermittelt, ebensowenig als etwas darüber bekannt ist, in welcher Weise die betreffenden Organismen die einzelnen Fremdkörperchen ihrer Schale einfügen. Bei den kalkschaligen Formen, die äusserlich ihre Schale durch mehr oder minder reichlich eingewebte Sandkörner verstärken, kann dieses Material doch wohl nur durch äussere Heranziehung mittels der Pseudopodien und Einlagerung — insofern es etwa nicht blos mechanisch anklebt und eingebacken wird — der Schale eingefügt werden. Die rein sandigen Schalen hingegen lassen vielleicht noch eine andere Art der Entstehung zu, die jedoch hier nur als eine eventuell zu prüfende Vermuthung ausgesprochen werden mag. Wenn wirklich, wie dies oben auf Grund der Beobachtungen von Entz angegeben wurde, die Difflugien ihre Schale z. Th. erneuern und unter der alten die neue schon vorgebildet vorhanden ist, so kann sich, meiner Ansicht nach, diese Thatsache (da ich an dem Aufbau der Difflugienschale aus Fremdkörpern festhalten muss), nur so erklären lassen, dass das zum Schalenbau verwerthete Fremdmaterial in die protoplasmatische Leibesmasse der Difflugien selbst aufgenommen und nachträglich auf der Oberfläche zur Bildung der Schale angelagert wurde. Dass Sand und Schlamm nicht selten in die protoplasmatische Leibesmasse gewisser Rhizopoden aufgenommen werden, wissen wir z. B. durch M. Schultze für Gromia, durch Greeff für Pelomyxa. Auch eine Mittheilung von Leidy, der eine sehr reichliche Aufnahme von Sand in die Leibesmasse einer Amöbe beobachtete, darf wohl hier angeführt werden, wenn auch durch sie direct nichts bewiesen wird. Auch die vielfach hervorgehobene Eigenthümlichkeit zahlreicher sandschaliger mariner Formen: ihre Kammerhöhlungen durch labyrinthische, aus Sand gebildete Auswüchse der Kammerwand mehr oder minder auszufüllen, darf wohl hier gleichfalls aufgeführt werden; denn es kann wohl kaum anders sein, als dass solche Auswüchse nachträglich entstehen und dann wird ihre Bildung auch nur in der Weise verständlich, dass das zu ihrem Aufbau verwerthete Material durch die protoplasmatische Leibes-

*) Vergl. hierüber auch Normann A. m. n. h. 5. I.

masse selbst aufgenommen und an den Ort seiner Ablagerung gebracht wurde.*)

6. Fortpflanzungserscheinungen, Koloniebildung und Encystirung der Rhizopoda.

Wie schon bei Gelegenheit angedeutet wurde, sind die Fortpflanzungsverhältnisse der Rhizopoda im Ganzen nur wenig und speciell die der marinen Formen sehr unzureichend erforscht. Im Allgemeinen darf jedoch auf Grund der bis jetzt vorliegenden, gesicherten Beobachtungen wohl behauptet werden, dass die Fortpflanzungserscheinungen der Rhizopoda, wie der Protozoa im Allgemeinen, die der Zelle überhaupt zukommenden sind, d. h. Theilung, Knospung und möglicherweise auch endogene Zellbildung; dass jedoch in keiner Weise hier Fortpflanzungserscheinungen mit Sicherheit beobachtet worden sind, welche der geschlechtlichen Fortpflanzung der Metazoën in einer Weise sich näher anschlössen, dass hierdurch die einfache Zellnatur des Rhizopodenorganismus in Frage gestellt würde.

α. Fortpflanzung durch einfache Theilung oder Knospung.

Die einfache Theilung, wobei der Körper der betreffenden Protozoën in zwei, seltener durch fortgesetzten oder zuweilen auch gleichzeitigen Zerfall in vier und mehr Theilstücke zerlegt wird, wurde bei den Rhizopoden, und zwar sowohl nackten als beschalten, häufig beobachtet. Bis jetzt wurde aber nur in verhältnissmässig wenigen Fällen der nähere Vorgang, namentlich das Verhalten des einen oder der mehrfachen Kerne, insofern sich solche finden, festgestellt.

Für eine Reihe von unbeschalten, kernlosen Formen (sogen. Moneren Häckel's) soll die einfache Zweitheilung die einzige Art der Vermehrung bilden; es sind dies namentlich Protamoeba und Protogenes; speciell bei diesen Formen soll keine Andeutung eines umhüllten, cystenartigen Ruhezustandes sich zeigen, der ja, wie wir in der Folge noch mehrfach zu sehen Gelegenheit haben werden, häufig auch mit einer Vermehrung des in der Cystenhülle eingeschlossenen Thierkörpers verbunden ist. Da jedoch die einschlägigen Untersuchungen dieser Formen keineswegs so ausgedehnt sind, dass hierdurch mit Sicherheit das völlige Fehlen eines solchen encystirten und eventuell mit Vermehrung verknüpften Ruhezustandes erwiesen wäre, so darf wohl vorerst noch daran gezweifelt werden, ob bei ihnen wirklich die einfache Theilung durchaus die einzige Art der Vermehrung bildet. Was fernerhin das Vorkommen der einfachen Zwei- oder auch Mehrtheilung betrifft, so scheint dieser Vorgang

*) Auch eine Beobachtung von Brady (117 I.), der im Inneren der sandschaligen und allseitig abgeschlossenen Thurammina, zuweilen eine kleinere, ähnliche Schale beobachtete, könnte möglicherweise hierhergezogen werden; jedoch liegt hier wohl derselbe Fall vor, wie bei Orbulina, über die weiter unten bei der Fortpflanzung zu vergleichen ist.

sicher gestellt unter den nackten Formen bei den Gattungen Amoeba, Gloidium und Pelomyxa, sowie Labyrinthula (wenn man deren Hierherstellung zugibt); unter den beschalten hingegen bei Lieberkühnia, Diplophrys, Arcella, Lecythium, Mikrogromia, Platoum und Microcometes. Je nach der Bauweise des betreffenden in Theilung eingehenden Organismus, namentlich insofern es sich hierbei um einen nackten oder beschalten handelt, muss natürlich der Verlauf des Vorgangs ein etwas verschiedener sein. Ueber die einfache Zweitheilung der Amöben oder amöbenartigen Rhizopoden liegen genauere Untersuchungen nur von F. E. Schulze bei einem mit der Amoeba polypodia M. Sch. identificirten Organismus vor (der jedenfalls der sogenannten A. radiosa Duj. sehr nahe steht und auch mit der von Hertwig und Lesser beschriebenen Dactylosphaera nahe verwandt ist). Ueber die Vermehrung der Amoeba durch einfache Zweitheilung haben jedoch auch schon frühere Forscher häufig berichtet. So hat schon Rösel von Rosenhof die Theilung seiner Amoeba diffluens beschrieben und abgebildet, von späteren Beobachtern eines solchen Vorgangs seien hier nur erwähnt Pick*) und Greeff.**)

Während Greeff bei der Theilung seiner Amoeba brevipes (wohl kaum verschieden von der A. verrucosa [Ehrbg.] Duj.) eine sehr unwahrscheinliche, mit der Durchschnürung des Amöbenleibes gleichzeitig erfolgende Durchschnürung des in seiner Gestalt sich gar nicht verändernden Kernes beschreibt, hat dagegen F. E. Schulze den Theilungsvorgang bei der sogen. A. polypodia in einer Weise beobachtet, die sich den genauer bekannten Theilungserscheinungen anderer Protozoën näher anschliesst. Hier erfolgte die Theilung des, einen sehr ansehnlich grossen Kernkörper einschliessenden Kernes vor der eigentlichen Durchschnürung des Protoplasmaleibes; wenigstens liess sich vor der vollständigen Sonderung der beiden Kernhälften keine Andeutung eines Theilungsvorgangs an dem Thierleib selbst entdecken. Die Kerntheilung wurde hauptsächlich an dem Verhalten des grossen Kernkörpers festgestellt, da sich die äussere Kerngrenze nicht scharf unterscheiden liess. Es zeigte sich zunächst eine Längsstreckung des Kernkörpers und hierauf dessen Einschnürung, worauf sich das Mittelstück zu einem feinen Verbindungsfädchen zwischen den Hälften auszog, das schliesslich durchrissen wurde. Nachdem sich die beiden neugebildeten Kerne in der auf der späteren Theilungsebene des Thierkörpers senkrechten Richtung etwas von einander entfernt hatten, erfolgte denn auch die allmähliche Durchschnürung des Amöbenleibes selbst. Der ganze Theilungsact verlief in etwa 10 Minuten.

Mit dieser Beobachtung F. E. Schulze's ist denn auch alles, was wir bis jetzt von den Theilungsvorgängen der Zellkerne bei den Rhizopoden wissen, erschöpft. Ich habe bei einigen vielkernigen Exemplaren der Amoeba Blattae zuweilen Kernformen beobachtet, die wegen ihrer spindel-

*) Verh. d. zoolog. bot. Ver. Wien 1857.

**) Arch. f. mikr. Anat. II.

förmigen Gestalt möglicherweise auf Theilungszustände bezogen werden durften.*) Von Cienkowsky hingegen wird für eine Reihe von Rhizopoden geradezu in Abrede gestellt, dass die neuen Kerne der beiden, oder aber der in grösserer Menge durch Theilung oder Knospung entstehenden jungen Sprösslinge, sich von einer Theilung des ursprünglichen Zellkernes herleiten. Nach Cienkowsky's Angaben (104 a) soll sich nämlich bei der gleich noch näher zu besprechenden Theilung von Mikrogromia, Lecythium und Platoum der neue Kern des einen, aus der Schale hervortretenden Theilungssprösslings ganz selbständig und unabhängig von dem restirenden, alten Kern bilden.

In etwas eigenthümlicher und mannigfaltiger Weise verläuft der Theilungsvorgang bei den beschalten Monothalamen. Bei solchen Formen, welche mit einem sehr dünnen, der Oberfläche des Körpers dicht aufliegenden Schalenhäutchen versehen sind, wie Lieberkühnia und Lecythium, tritt der interessante Fall ein, dass der Thierkörper mitsammt der Schale sich theilt; letztere wird gleichzeitig mit durchgeschnürt und es erfordert dieser Theilungsprocess jedenfalls noch gewisse, bis jetzt wenig aufgeklärte Vorgänge bei der Trennung der beiden durchschnürten Schalenhälften, sowie zur Vervollständigung des Schalenhäutchens an den durchschnürten Stellen. Bei Lieberkühnia verläuft die Theilung quer und wird zunächst dadurch angedeutet, dass sich an dem Hinterende des Thieres aus dem Protoplasmaleib ein neuer Pseudopodienstiel entwickelt, der den hinteren Pol des Schalenhäutchens durchbricht und hier eine neue Mündung erzeugt, sofort auch seine Pseudopodien entwickelnd. Hierauf erfolgt die Durchschnürung im Aequator und zieht sich die eingeschnürte Mittelregion schliesslich zu einem Verbindungsstrang aus, welcher endlich durchreisst und von den Theilsprösslingen eingezogen wird (III. 16). Im Gegensatz hierzu, geht die Theilung bei Lecythium in der Längsebene vor sich. Bei der amphistomen Diplophrys, bei der die Verhältnisse des Schalenhäutchens keineswegs noch ganz sicher gestellt sind, erfolgt nach Cienkowsky die Vermehrung gleichfalls durch einfache Quertheilung, jedoch soll bei den sich theilenden Individuen ein Schalenhäutchen nicht bemerkbar sein. Auch die von Greeff**) beobachteten Exemplare von Diplophrys Archeri, bei welchen statt der gewöhnlichen zwei, 4 Pseudopodienbüschel entwickelt waren, dürfen wohl auf Theilungsvorgänge bezogen werden. Da man

*) Z. f. w. Z. XXX.. In demselben Bande beschreibt E. Buck eine sehr eigenthümliche, angebliche Kernvermehrung bei Arcella, doch stehen die Angaben zu sehr im Widerspruch mit den von verwandten Organismen bekannten Vorgängen der Kernvermehrung, als dass wir sie ohne weitere Bestätigung für wahrscheinlich halten sollten. Buck glaubt die Kerne der Arcella überhaupt als eine Art von Tochterzellen auffassen zu dürfen, deren Vermehrung zunächst durch eine Art endogener Zellbildung vor sich gehe, wobei sich der Kern in einen maulbeerartigen Haufen kleinerer Kerne zerlege; während bei dem zweiten Modus der von ihm aufgeführten Kernvermehrung eigentlich nur eine Vermehrung des Kernkörpers in unserem Sinne erfolgt (für Buck ist dies der eigentliche Kern einer Tochterzelle). Ein näheres Eingehen auf diese zweifelhaften Untersuchungen glauben wir hier unterlassen zu sollen.

**) Arch. f. m. Anat. XII.

aber sehr häufig Gelegenheit hat, 4 zu einer Gruppe innig vereinigte kleine Exemplare dieser Art zu beobachten (IV. 2b), so dürfte wohl die Theilung hier gewöhnlich nicht mit einfachem Zerfall zu zweien abschliessen, sondern successive zu vieren weiterschreiten. Aehnlich scheint sich auch eine kleine, von mir mehrfach in Heuinfusionen beobachtete Amöbe zu verhalten, bei welcher ich sehr häufig auf Gruppen von 4 ruhenden kleinen, ohne Zweifel durch Theilung hervorgegangenen Individuen stiess. Ferner reihen wir denn hier auch die Beobachtung Sorokin's an seinem kernlosen, amöbenartigen Gloidium an,*), das sich durch ziemlich regelmässig verlaufende, jedoch nicht successiv, sondern simultan stattfindende Viertheilung vermehrt. Weiter unten werden wir bei Protomyxa noch eine weit regere Vermehrung durch gleichzeitigen Zerfall kennen lernen.

Die dickschaligen Monothalamen besitzen naturgemäss nicht mehr das Vermögen, den Körper mitsammt der Schale durch Theilung zu vermehren. Hier ist (wenigstens für den einen Theilsprössling) die Neubildung einer Schale nothwendig.

Schon früher hatten wir Gelegenheit, auf den Zweitheilungsprocess der Arcella hinzuweisen, wie er sich nach den Beobachtungen von Hertwig und Lesser gestaltet;**) es tritt hier der zur Bildung des neuen Sprösslings verwerthete Theil des protoplasmatischen Leibes aus der Schalenmündung hervor und lagert sich, indem er sich mit einer neuen Schale umkleidet, vor der Mündung an. Nach erfolgter Schalenbildung dieses neuen Sprösslings vollzieht sich dann die Trennung der beiden Theilhälften, von denen die eine die alte Schale weiter bewohnt, die andere sich hingegen in neugebildeter Schale entfernt. In gleicher Weise mag sich der Theilungsvorgang auch noch bei zahlreichen weiteren Monothalamien gestalten, jedoch wurde bis jetzt nur noch bei Platoum stercoreum ein entsprechender Vorgang von Cienkowsky nachgewiesen.

Andererseits kann jedoch der Theilungsvorgang solcher Monothalamen auch in der Weise modificirt auftreten, dass sich die völlige Theilung innerhalb der Schale vollzieht und die Schalenneubildung des einen Sprösslings erst nach seinem Austritt vor sich geht. Ein solcher Vorgang wurde in ziemlich übereinstimmender Weise von R. Hertwig***) und Cienkowsky (104a) bei der Mikrogromia socialis beobachtet. Hier erfolgt die Theilung, wie bemerkt, innerhalb der Schale, und zwar ebensowohl in der Längs- als Querrichtung. Nach erfolgter Theilung schiebt sich der eine Sprössling — und zwar scheint keiner der beiden in dieser Hinsicht einen bestimmten Vorzug zu geniessen — aus der Schalenmündung hervor (III. 15c) und bewegt sich entweder mit seinen

*) Morph. Jahrb. IV.

**) Wir glauben hier auch noch darauf hinweisen zu sollen, dass schon Schneider 1854 die vermeintlichen Conjugationszustände der Arcella als Theilungs- und Knospungsvorgänge gedeutet hat. (Arch. f. A. u. Ph. 1854.)

***) Arch. f. m. A. X. Supplem.

Pseudopodien amöbenartig fort oder nimmt nach Einziehung der Pseudopodien eine flagellatenartige Gestalt an (III. 15 d), indem er zwei Geisseln an dem einen Pol des ellipsoidischen Körpers entwickelt und in dieser Verfassung sich von seiner Bruderhälfte entfernt. Dieser interessante Fall von sogen. Schwärmerbildung ist bis jetzt (mit Ausnahme der bei der bezüglich ihrer Stellung etwas zweifelhaften Protomyxa zu schildernden Schwärmerbildung) der einzige im Bereich der Rhizopodenwelt mit Sicherheit bekannte. Die Verbreitung jedoch, welche dieser Modus der Fortpflanzung bei den z. Th. so nahe verwandten beiden anderen Ordnungen der Sarkodinen besitzt, legt es nahe, zu vermuthen, dass wohl auch unter den Rhizopoden diese Art der Fortpflanzung sich noch in weiterer Verbreitung finden dürfte. Nur bei Trinema Acinus haben jedoch bis jetzt Hertwig und Lesser durch Beobachtung das Vorkommen einer ähnlichen Vermehrungsart direct wahrscheinlich gemacht.

Eine Beobachtung Cienkowsky's an seinem Microcometes paludosa belehrt uns jedoch darüber, dass die Theilung innerhalb der Schale auch mit einem völligen Verlassen der alten Schale von Seiten der beiden Sprösslinge verbunden sein kann, wobei also jeder der Sprösslinge in die Nothwendigkeit versetzt ist, sich eine neue Schale zu bilden.

Von besonderem Interesse erscheint der bis jetzt nur bei der Gattung Arcella mit einiger Sicherheit nachgewiesene gleichzeitige Knospungsprocess einer grösseren Zahl kleiner, schalenloser Sprösslinge. Leider sind hierbei, wie bei den Theilungserscheinungen der Rhizopoden überhaupt, die feineren Bildungsvorgänge noch nicht näher verfolgt, namentlich ist eine etwaige Betheiligung der Kerne des Mutterorganismus noch unermittelt geblieben. Was das Nähere dieses Fortpflanzungsprocesses der Arcella betrifft, so bemerkt man auf der aboralen Fläche oder an der Peripherie des Thierkörpers ziemlich gleichzeitig, oder doch im Verlauf verhältnissmässig kurzer Zeit, das Auftreten einer ziemlichen Zahl (bis 9),*) flach scheibenförmiger, knospenartiger Protoplasmastücke, die wohl ohne Zweifel durch Knospung aus dem Arcellenleib hervorgegangen sind. Sie erhalten nach einiger Zeit eine contractile Vacuole und lassen auch einen Kern wahrnehmen. Bald beginnen sie amöboide Bewegungen auszuführen und kriechen schliesslich in Gestalt kleiner, unbeschalter Amöben aus der Arcellaschale heraus, sich von dem Mutterthier entfernend.

Die Zweifel, welche über Herkunft und Bedeutung dieser Sprösslinge

---

*) Nach den, jedoch nicht hinreichend zuverlässig erscheinenden, Beobachtungen von E. Buck (Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 30) scheint es nicht unmöglich, dass die Zahl dieser Sprösslinge zuweilen noch eine viel höhere ist. So will B. bis zu 30 kleine Amöbensprösslinge, aus einer Arcella hervorgehend, gesehen haben. Die Entstehungsart dieser Sprösslinge ist jedoch nach ihm eine sehr eigenthümliche, indem sie durch einen, zunächst von einer blasigen bis maulbeerartigen Beschaffenheit angedeuteten, Zerfall des gesammten Arcellaleibes entstehen sollen. Hierbei sollen die Kerne der Arcella mit etwas umgebendem Protoplasma sich zu grösseren derartigen Sprösslingen umgestalten, während in den kleineren sich Kerne selbständig hervorbilden sollen.

von Arcella noch berechtigter Weise erhoben werden dürften, werden durch die von Buck*) und Cattaneo**) verfolgte Umbildung solch nackter kleiner Amöben zu einer beschalten, jungen Arcella beträchtlich verringert.

Was jedoch hauptsächlich dieser Fortpflanzungsweise der Arcella: durch ziemlich gleichzeitige Entwickelung einer grösseren Anzahl von Sprösslingen, ein erhöhtes Interesse verleiht, ist die wahrscheinliche Analogie, welche dieselbe mit den bis jetzt bekannten Fortpflanzungserscheinungen der marinen Rhizopoden aufweist.

Von dem wirklichen Fortpflanzungsact dieser letzteren scheint erst Gervais im Jahre 1847***) etwas Sicheres beobachtet zu haben. Die früheren Angaben von Ehrenberg über die Fortpflanzung unserer Formen durch Eier und die vermeintliche Beobachtung äusserlich anhängender Eierbeutel bei Polystomella und Nonionina haben sich durch die Bemühungen von M. Schultze bald als irrig erwiesen. Ebenso wenig Erfolg hatten die von anderer Seite ausgehenden Bemühungen, die Bildung sogen. Keimkugeln oder Eier in dem Protoplasmaleib der marinen Rhizopoden zu erweisen. Schon Dujardin gab an: zuweilen den protoplasmatischen Kammerinhalt von Truncatulina zu kugeligen Haufen zusammengruppirt getroffen zu haben. M. Schultze hat hierauf bei gewissen Rotalinen das Auftreten mehr oder minder zahlreicher dunkler Kugeln in den Kammern beobachtet, zuweilen so reichlich angehäuft, dass sie sämmtliche Kammern erfüllten. Jedoch schon die allmähliche Bildung dieser Kugeln aus kleinen molekulären Körnchen, die ohne von einer gemeinsamen Hülle umschlossen zu werden, sich zu den erwähnten Kugeln zusammengruppiren, lässt die Bedeutung derselben als Fortpflanzungskörper sehr zweifelhaft erscheinen. Zu völliger Gewissheit scheint jedoch dieser Zweifel erhoben, wenn wir ferner beachten, dass diese Kugeln sich durch ihre Resistenz, selbst gegen die stärksten Mineralsäuren und kochende Alkalien, als Körper ausweisen, die unmöglich von lebendiger, thierischer Substanz gebildet sein können.

Auch Carpenter†) hat kugelige oder ovale, zuweilen sogar in Zweitheilung begriffene Körper in den oberflächlichen Kammern von Orbitolites zahlreich gesehen; sie besassen jedoch eine feste Hülle. Die Abbildungen, welche Carpenter von diesen als Fortpflanzungszellen gedeuteten Körpern gibt, macht es mir sehr plausibel, dass die neuerdings von Moseley††) ausgesprochene Ansicht: es seien dieselben parasitische, einzellige Algen (die nach ihm auch im frischen Zustand grün gefärbt sind), wohl zutrifft. Sie für Zellkerne zu halten, wie es R. Lankester nicht ganz ungerechtfertigt dünkt, erscheint mir dagegen wenig sicher. Andererseits habe ich jedoch schon früher meiner Ueberzeugung Ausdruck verliehen, dass die vermeintlichen, von Str. Wright bei einer Reihe mariner Rhizopoden

*) l. c.

**) Att. soc. Ital. d. sc. natur. XXI. 1878.

***) Compt. rend. 1847, auch L'Institut 1847.

†) 73.

††) Not. by a naturalist on the Challenger. Lond. 1879. p. 292.

nachgewiesenen Eier nichts weiter wie die Zellkerne gewesen seien. Die oben erwähnten kugeligen Fortpflanzungskörper haben jedoch auch Carter beschäftigt, der sich vielfach bemühte, eine sogen. geschlechtliche Fortpflanzung der Süsswasserformen zu erweisen. Eine Beobachtung über angebliche Embryonen in den Kammern von Orbitolites*) hat er später selbst zurückgenommen und die vermeintlichen Embryonen für parasitische Diatomeen (Cocconeis) erklärt.**) Schon früher***) hat er das Vorkommen kugeliger Fortpflanzungskörper bei seiner Operculina arabica nachzuweisen gesucht und dieselben mit den von ihm bei Süsswasserformen (Amoeba und Euglypha) aufgefundenen sogen. Fortpflanzungskugeln verglichen. Was wir von jenen Fortpflanzungskugeln der Süsswasserformen zu halten haben, wurde z. Th. schon bei Gelegenheit der Kernfrage erörtert, soll jedoch noch weiter unten näher besprochen werden. Zur Beurtheilung der Fortpflanzungskugeln der Operculina dagegen fehlt uns ein sicherer Anhalt, jedoch darf wohl ohne grosse Anmaassung behauptet werden, dass ihre Bedeutung für die Fortpflanzung mehr wie zweifelhaft ist und dies um so mehr, als der gleiche Beobachter dieselben Fortpflanzungskörper auch bei einer Reihe von fossilen Formen, wie Nummulites, Orbitoides etc. nachgewiesen haben will.

Gehen wir jedoch nach kurzer Besprechung dieser irrigen, oder doch jeder sicheren Basis entbehrenden Beobachtungen zu der Betrachtung der wenigen sicheren Beobachtungen über.

Der oben schon erwähnte Gervais gab 1847 an, bei Milioliden das Austreten zahlreicher lebendiger Jungen beobachtet zu haben, nachdem ein Begattungs- (resp. Conjugations-) Act vorhergegangen sei. Genauere Untersuchungen über die Vermehrung der Milioliden und Rotalinen, durch Erzeugung einer zahlreichen Brut junger Thiere, verdanken wir jedoch wieder M. Schultze. Es gelang ihm durch directe Beobachtung innerhalb der zertrümmerten Schale einer zehnkammerigen, kleinen Rotaline nicht weniger als 20—30 junge, nur dreikammerige Thiere nachzuweisen (64). Die Beobachtung eines zweiten solchen Thieres liess auch das ziemlich plötzliche Auftreten zahlreicher solcher jungen Rotalinen in der nächsten Umgebung des Mutterthieres erkennen; jedoch konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden, ob dies Austreten der jungen Brut durch Aufbrechen der Schale des Mutterthieres oder durch Hervorgehen derselben aus der Schalenmündung bewerkstelligt wurde. Wenn aus diesen Beobachtungen hervorzugehen schien, dass nicht der ganze Weichkörper des Mutterthieres zur Bildung der Brut verbraucht wird, so schienen hingegen frühere Beobachtungen über die Fortpflanzung der Milioliden in diesem Sinne zu sprechen.†) Diese zeigten nämlich das Auftreten zahlreicher (bis zu 40) kleiner Milioliden in der bräunlichen, schleimigen Umhüllungsmasse, mit

*) A. m. n. h. 4. XIII. p. 192.
**) A. m. n. h. 4. XVI. p. 420.
***) Ann. mag. n. h. 3. VIII.
†) Arch. f. An. u. Phys. 1856.

welcher sich ansehnliche Exemplare von Triloculina umgeben hatten, und in dieser Weise an den Wänden eines Glasgefässes eine ziemliche Reihe von Tagen ruhend befestigt waren. Die Untersuchung des Mutterthieres nach der Entwickelung der Brut liess nur noch sehr geringe Spuren von feinkörniger Sarkode auffinden. Wie gesagt, schien daher in diesen Fällen der Weichkörper nahezu völlig in der Bildung der Brut aufgegangen zu sein.

Auch von anderer Seite liegen noch einige Angaben über die Entwickelung beschalter Brut in der Schale mariner Rhizopoden vor. So hat Str. Wright die ältere Beobachtung von Ehrenberg über das Vorkommen junger Thiere in der Spirillina vivipara Ehrbg. bestätigt. Reuss hat gelegentlich das Vorhandensein einer jungen Globigerina in der Endkammer einer erwachsenen gesehen und bezüglich der Entwickelung einer zahlreichen beschalten Brut bei Orbitolites liegen uns die übereinstimmenden Angaben von Carpenter (und Parker), sowie Semper*) vor. Hier geschieht die Entwickelung je eines jungen Thieres in den einzelnen Kämmerchen des Scheibenrandes. Innerhalb dieser Kämmerchen des Mutterthieres bildet die junge Orbitolitesbrut nur den embryonalen Theil der Schale aus, bestehend aus der sogen. Embryonalkammer und der zweiten, nahezu einen völligen Umgang beschreibenden Kammer. Erst nach dem Hervortreten der jungen Thiere aus der Mutterschale, was nach Semper durch Aufbrechen derselben vor sich gehen soll, bildet sich der erste Cyklus der Kämmerchen.

Schon oben wurde bei Gelegenheit der Beschreibung der Gattungen Orbulina und Globigerina auf die vielbesprochenen Vorkommnisse hingewiesen, die von Pourtales, M. Schultze, Reuss und Anderen als Fortpflanzungserscheinungen der Globigerina gedeutet worden sind. Bekanntlich bestehen diese Befunde in dem häufigen Vorhandensein einer deutlichen, kleinen Globigerinaschale in einer Orbulina. Nach der Deutung, welche dieser Erscheinung von den oben erwähnten Forschern im Sinne einer Fortpflanzung gegeben wurde, wären die Orbulinen als die losgelösten Endkammern von Globigerinen zu betrachten, innerhalb deren nun eine kleine, junge Globigerina erzeugt werde. Dem gegenüber wurde schon oben die entgegenstehende Ansicht von Macdonald, Alcock und Brady dargelegt, wonach es sich hier keineswegs um eine Fortpflanzungserscheinung handele, sondern die Orbulinaschale erst nachträglich, die Globigerina einschliessend, zur Ausbildung gelange. Aus den schon früher dargelegten Gründen halten auch wir es für nicht unwahrscheinlich, dass die letztere Auffassung das Richtige getroffen hat.

Fragen wir uns nach dieser Uebersicht der spärlichen Beobachtungen über die Vermehrungsweise der marinen Rhizopoden, wie sich dieselben in eine nähere Beziehung zu den genauer bekannten Fortpflanzungsverhältnissen der Süsswasserrhizopoden bringen lassen, so finden wir bis

*) Die von Semper untersuchte und als Nummulites bezeichnete Form war sicher ein Orbitolites. (Z. f. w. Z. XIII. p. 568.)

jetzt nur in den geschilderten Erscheinungen bei Arcella einen Anknüpfungspunkt. Wir dürfen uns wohl die Brutbildung bei jenen marinen Formen z. Th. wenigstens als einen ähnlichen Knospungsprocess denken, wie wir ihn auch bei Arcella anzunehmen berechtigt sind.*) Dabei erhebt sich jedoch noch die Unterfrage: ist dieser Vorgang der Brutbildung wohl stets unter dem Bild einer solchen Knospung verständlich, wie dies z. B. für Orbitolites mit der nur in der Randzone sich entwickelnden jungen Brut erscheint, oder wird nicht auch z. Th. die Entwickelung dieser Brut in ähnlicher Weise durch einen Zerfall des gesammten Weichkörpers vor sich gehen, wie wir den gesammten Inhalt der Centralkapsel bei den Radiolarien in die Brutbildung eingehen sehen. Die Beobachtungen M. Schultze's an den Milioliden scheinen einer solchen Annahme nicht ungünstig zu sein.

Was jedoch gegenüber den Fortpflanzungserscheinungen der Süsswasserformen namentlich auffällt und worüber auch kein Zweifel stattfinden kann, ist die frühzeitige Bildung der Schale, schon vor dem Austritt der Brut aus dem mütterlichen Gehäuse — ein Verhalten, für das wir bis jetzt bei den Süsswasserformen kein Analogon besitzen. Damit scheint auch wohl das Vorkommen einer Metamorphose, wenn ich mich so ausdrücken darf, in dem Entwickelungsgang der marinen Formen ausgeschlossen, so namentlich das Auftreten von Schwärmerbildung.

Die im Obigen gegebene Darlegung unserer Kenntnisse von der Fortpflanzung der marinen Rhizopoden wird jedoch, auch ohne weitere Bemerkungen, die Ueberzeugung hervorrufen, dass wir noch sehr weit davon entfernt sind, einen einigermaassen genügenden Einblick in diese jedenfalls viel des Interessanten darbietenden Verhältnisse zu besitzen.

Obwohl die Fortpflanzung durch einfache Theilung schon von vornherein bei den marinen beschalten Rhizopoden wenig Aussicht auf Vorhandensein besitzt, so scheint doch unter gewissen anormalen Verhältnissen etwas derartiges eintreten zu können. Ich meine hier nämlich jene seltsamen Doppelbildungen, wie sie gelegentlich sowohl bei monothalamen als polythalamen Rhizopoden beobachtet worden sind. Was die mono-

*) In neuester Zeit hat R. Lankester mehrfach in der Mündungsregion des protoplasmatischen Leibes der sandschaligen Haliphysema eine grössere Zahl ei-ähnlicher Gebilde getroffen. Dieselben waren hüllenlos, die kleinen ohne, die grösseren mit deutlichem Zellkerne und, wie es schien, z. Th. sogar in Vermehrung durch Zweitheilung begriffen. Lankester erblickt in diesen Gebilden endogen erzeugte Keime der Haliphysema. Ich erwähne diese Beobachtung hier hauptsächlich noch deshalb, um darauf hinzuweisen, dass mit obiger Darstellung des wahrscheinlichen Fortpflanzungsprocesses der marinen Rhizopoden keineswegs die Möglichkeit der Erzeugung endogener Keime gänzlich in Abrede gestellt werden soll, wenn ich auch durch die mitgetheilte Beobachtung Lankester's diese Möglichkeit noch in keiner Weise für erwiesen erachte, da über das weitere Schicksal dieser vermeintlichen Eikeime nichts ermittelt wurde. Wir machen bei dieser Gelegenheit noch darauf aufmerksam, dass S. Kent (A. m. n. h. 5. II.) die Jugendformen der Haliphysema in amöbenartigen, kleinen, unbeschalten Formen entdeckt haben will, die sich später festhefteten und anfänglich, vor dem Bau einer Schalenhülle, noch von ihrer ganzen Oberfläche zarte Pseudopodien entwickelten.

thalamen derartigen Bildungen betrifft, wie sie z. B. in der Gattung Lagena gar nicht so selten durch Williamson, Parker und Jones, sowie durch Alcock beobachtet wurden, so kann deren Entstehung nicht wohl auf etwas anderes, als auf eine sehr frühzeitige, noch im schalenlosen Zustand stattgefundene, jedoch unvollständige Theilung zurückgeführt werden. Alcock, der, wie schon oben hervorgehoben wurde, für einen mehrfachen Schalenwechsel im Lebenslauf der monothalamen Formen plaidirt, ist der Ansicht, dass gerade diese Doppelmonstra hierfür beweisend seien, indem er ihre Entstehung auf eine unvollständige Theilung während eines solchen Schalenwechsels zurückführt. Was ähnliche Doppelbildungen der polythalamen Formen betrifft, wie sie durch M. Schultze bei Polystomella und in etwas abweichender Weise auch durch Parker und Jones nachgewiesen wurden, so scheint es zweifelhafter, wie hier die Entstehung zu deuten ist, da genauere Untersuchungen über den Bau dieser monströsen Schalen nicht vorliegen. Dagegen scheinen die eigenthümlichen Doppelbildungen, wie sie gelegentlich bei Orbitolites beobachtet wurden, kaum einer Erklärung durch einen unvollständigen, frühzeitigen Theilungsprocess zugängig, sondern sind wohl das Erzeugniss besonderer, wiewohl an eine Vermehrung erinnernder Wachsthumsvorgänge.

β. Koloniebildung in Zusammenhang mit der Theilung oder Knospung der Rhizopoda.

Die Erscheinung der sogen. Koloniebildung steht in so inniger Beziehung zu den besprochenen Fortpflanzungsvorgängen durch Theilung oder Knospung, dass dieselbe hier im Anschluss an letztere zunächst einer kurzen Besprechung unterzogen werden darf. Wir verstehen unter einem kolonialen Verbande nur einen solchen, dessen einzelne Mitglieder thatsächlich in directer, lebendiger Verbindung vermittelst ihrer protoplasmatischen Leibessubstanz stehen. Derartige koloniale Verbände gehören gerade nicht zu den häufigen Erscheinungen unter den Rhizopoden, jedoch hat die neuere Forschung uns auch auf diesem Gebiet mit einer Anzahl hierhergehöriger und nicht uninteressanter Fälle bekannt gemacht. Das ausgezeichnetste Beispiel solcher Koloniebildung bietet uns wohl die hiernach benannte Mikrogromia socialis dar.*) Wir haben schon oben die mit Schwärmerbildung verbundene Fortpflanzung dieser Form durch Quer- oder Längstheilung besprochen. Nicht stets führt jedoch die Längstheilung der Thiere zur völligen Trennung der beiden Sprösslinge, sondern es erhält sich zwischen beiden häufig ein organischer Zusammenhang durch die Pseudopodienstiele. — Auch in diesem Fall verlässt jedoch der eine Theilsprössling nach einiger Zeit die Schale des Mutterthieres, mit dem er jedoch durch den Pseudopodienstiel noch in organischem

*) Unter den unbeschalten Formen tritt uns eine sehr hübsche koloniale Entwickelung bis jetzt allein bei der, hinsichtlich ihrer Stellung etwas zweifelhaften, moneren Form Myxodyctium entgegen; hier stehen wie bei Mikrogromia zahlreiche Einzelindividuen durch ihre reichlich wurzelartig verästelten Pseudopodiennetze im Zusammenhang.

Zusammenhang bleibt. Nach einiger Zeit wird sich das neugebildete Individuum mit einer Schale bekleiden. Durch fortgesetzte Vermehrung können sich in dieser Weise Kolonien zahlreicher Individuen bilden, indem diese sämmtlich durch ihre Pseudopodien in Verbindung bleiben. In ihrem Verhalten zeigen diese Kolonien eine Reihe wechselnder Zustände, die sogar zur Trennung derselben in zwei Arten, ja sogar Gattungen, Veranlassung gaben. Sie treten nämlich einmal im gehäuften Zustand auf (III. 15 a), indem sämmtliche Individuen zu einem dichten Klumpen zusammengedrängt sind, von dem dann allseitig die Pseudopodien ausstrahlen (dieser Zustand wurde ursprünglich von Archer, seinem Entdecker, als Cystophrys Haeckeliana bezeichnet und in die Nähe der Radiolarien gezogen). Andererseits vermag jedoch die Kolonie sich auch flach auszubreiten, die einzelnen Individuen trennen sich durch mehr oder minder weite Zwischenräume von einander und stehen untereinander durch die netzartig ausgespannten Pseudopodien in Verbindung. (Es ist dies der Zustand, den Archer ursprünglich als Gromia socialis beschrieb.)

In ähnlicher Weise sehen wir jedoch auch noch eine Anzahl nahe verwandter Formen eine Koloniebildung eingehen, so das Lecythium hyalinum. Hier hat schon Fresenius*) in richtiger Weise die Koloniebildung durch Längstheilung beobachtet, wie sie später durch die Untersuchungen von Cienkowsky (104 a) bestätigt wurde. Die in solcher Weise entstandenen Kolonien des Lecythium bilden traubige Verbände, indem sämmtliche Einzelthiere durch das aus den Schalenmündungen herausgetretene und zu einer breiten Platte verschmolzene Protoplasma, von welchem die Pseudopodien ausstrahlen, in Verbindung stehen. Nach F. E. Schulze's Beobachtungen dieser Form (seiner Gromia socialis Arch.) sollen aber solche koloniale Verbände auch durch allmähliche successive Verschmelzung von Einzelindividuen entstehen können; jedoch scheint mir nicht völlig sichergestellt zu sein, wenigstens nach dem Wortlaut der Schulze'schen Beschreibung, ob er wirklich die Verschmelzung von mehr als zwei Individuen direct beobachtet hat (s. 101 III.).

Eine ähnliche Koloniebildung treffen wir schliesslich auch bei dem nahe verwandten Platoum stercoreum Cienk. (= Chlamydophrys Cienk.); hier geht jedoch die Bildung neuer Kolonialindividuen nach den Untersuchungen von A. Schneider**) und Cienkowsky (104 a) in etwas abweichender Weise vor sich. Ein einfaches Thier erzeugt zunächst durch theilweises Austreten des Körperprotoplasmas und durch Abscheidung einer neuen Schale um diesen ausgetretenen Theil ein neues Individuum, ähnlich wie wir es auch bei Arcella gesehen haben. Es erfolgt nun jedoch häufig keine Trennung der beiden Individuen, sondern dieselben bleiben durch eine breite Protoplasmabrücke, von der die Pseudopodien ausstrahlen, in Verbindung. Aus dieser Protoplasmabrücke

*) Abh. d. Senckenb. naturf. Ges. II.

**) Arch. f. A. u. Ph. 1854.

gemeinschaftlichen Pseudopodienplatte können sich nun noch zahlreiche weitere Individuen entwickeln, indem sich an derselben neue Ausbuchtungen erzeugen, in denen nach Cienkowsky unabhängig von den früheren ein neuer Kern entsteht und sich weiterhin eine neue Schalenumhüllung bildet. Die Form der Kolonie ist ganz ähnlich der von Lecythium (III. 17 b). Das nur durch etwas abweichende Schalenstructur sich unterscheidende, von Entz (110) beschriebene Geschlecht Plectophrys zeigt auch eine ganz entsprechende Koloniebildung.*)

*) In die Nähe der Rhizopodenkolonien lassen sich vielleicht auch die eigenthümlichen Zellenaggregate der sogen. Labyrinthula Cienkowsky's (Arch. f. mikr. A. III.) bringen, die wir daher hier anmerkungsweise kurz noch betrachten wollen, da, wie schon mehrfach zu bemerken Gelegenheit war, die Stellung dieser Gattung bei den Rhizopoda überhaupt wenig sicher erscheint; wir haben sie dennoch hierher gezogen, da bei den übrigen Protozoën noch weniger eine passende Einreihung derselben zu ermöglichen ist, weiterhin jedoch auch die betreffenden Formen noch speciellerer Aufklärung zu einem vollen Verständniss ihrer Organisationsverhältnisse und einer richtigen Würdigung ihrer verwandtschaftlichen Beziehungen bedürfen. Im nicht beweglichen Zustand bildet die Labyrinthula haufenförmige Aggregate von rundlichen bis bohnenförmigen gekernten Zellen, die entweder ohne erkennbare Zwischensubstanz zusammengelagert sind, oder aber von einer feinkörnigen Zwischensubstanz, die auch als dünne Rinde den Haufen überzieht, zusammengehalten werden (I. 8 d). Der Uebergang in den beweglichen Zustand vollzieht sich in der Weise, dass von der Oberfläche des Haufens farblose, hyaline oder sehr fein faserige Fortsätze von starrer Beschaffenheit hervorgeschoben werden (I. 8 a), die sich vielfach verästeln und durch reichliche Verbindungen unter einander ein labyrinthisches Netzwerk bilden (8 b), längs welcher sogen. Fadenbahn nun die Zellen langsam hinwandernd von dem Centralhaufen nach der Peripherie fortgleiten. Bei dieser Wanderung nehmen die Zellen eine spindelförmige Gestalt an, sind jedoch überhaupt etwas gestaltsveränderlich (8 c). Der fraglichste Punkt in der Natur dieser eigenthümlichen Labyrinthula-Zellenaggregate bildet die Entstehung und Natur der sogen. Fadenbahn. Protoplasmatisch scheint dieselbe nicht zu sein, sondern eine Ausscheidung der Zellen darzustellen, womit jedoch ihr scheinbar selbständiges Entstehen und Vergehen nicht ganz wohl in Einklang zu bringen ist. Vielleicht dürften die von Cienkowsky (104 a) bei seinem Diplophrys stercoreum beobachteten, eigenthümlichen Aggregationen zahlreicher Einzelindividuen, die mit ihren von beiden Körperpolen ausstrahlenden, fadenartigen Pseudopodien aneinander hinkriechen und so gleichfalls netzartige, z. Th. hoch sich erhebende Aggregate von Individuen bilden, die der Fadenbahn der Labyrinthula mit ihren Zellen sehr ähnlich sehen, doch noch zur Aufklärung der Verhältnisse bei Labyrinthula beitragen. In wieweit sich ein von Archer (Qu. j. micr. sc. XV.) beobachteter, und als Chlamydomyxa labyrinthuloides bezeichneter rhizopodenartiger Organismus an die eben erörterte Labyrinthula anschliesst (I. 9), lässt sich bis jetzt noch nicht mit genügender Bestimmtheit angeben. Es handelt sich hier um einen von einer Cellulosehülle umkleideten, protoplasmatischen Körper, der durch eine polare, rissartige Oeffnung ansehnlich lange, pseudopodienartige Fortsätze aussendet, welche sich baumförmig verästeln und zahlreiche feine hyaline Fäden entwickeln, die eine ähnliche Fadenbahn formiren, wie bei der Labyrinthula. Auch hier gleiten dann zahlreiche, während ihrer Wanderung spindelförmige, jedoch kernlose Körperchen auf der Fadenbahn hin, die sich in dem centralen Protoplasmakörper als kugelige, plastische Körperchen vorgebildet vorfinden. Die Fadenbahn scheint nach Archer's Schilderung bei der Chlamydomyxa die Natur pseudopodienartiger Fortsätze zu haben und da die sogen. Spindeln hier kernlos sind, andererseits auch der Gesammtorganismus durch Nahrungsaufnahme und Vacuolenbildung seines Centralkörpers sich dem gewöhnlichen Rhizopodenorganismus näher anschliesst, so scheint mir vorerst eine directe Annäherung der Chlamydomyxa an die Labyrinthula kaum gerechtfertigt. Die neuerdings von R Lankester (Qu. journ. micr. sc. XIX.) ausgesprochene Ansicht, dass die sogen.

Unter den marinen Rhizopoden scheint eine ähnliche Koloniebildung nur sehr selten einzutreten. Jedoch hat R. Hertwig*) neuerdings eine Kolonie sehr junger (dreikammeriger) Rotalinen beobachtet. Etwa 30—40 Individuen bildeten ein Häufchen ähnlich der sogen. Cystophryskolonie der Mikrogromia und wurden durch eine gemeinsame Protoplasmamasse mit einander vereinigt. Zu den kolonialen Verbänden dürfen wir wohl auch die von Bessels**) und Anderen mehrfach beobachteten, durch ihre armartigen Fortsätze in directem Verbande stehenden Individuengruppen der Astrorhiza limicola Sund. rechnen. Bessels vermuthet ihr Hervorgehen durch Sprossung, worauf auch die zuweilen zu beobachtende Anschwellung und besondere Grösse eines der Arme hindeute.

Im Anschluss an diese Erörterung der sogen. Koloniebildung der Rhizopoda ist es wohl am Platze, in Kürze auch noch der Frage nach der morphologischen Auffassung der polythalamen Formen der Rhizopoden einige Augenblicke zu schenken, da, wie bekannt, die regelmässige Wiederholung der Kammerbildung häufig zur Annahme einer Koloniebildung Gelegenheit gegeben hat. Wir sehen hier natürlich ab von solchen Ansichten über die koloniale Zusammensetzung der marinen Rhizopoden, wie sie Ehrenberg seiner Zeit vortrug, der zum Hauptkriterium in dieser Frage die Zahl der Kammermündungen machte und daher Formen mit zahlreichen Mündungen (wie z. B. Peneroplis) zu einer von zahlreichen Einzelthieren, entsprechend der Zahl der Mündungsporen, bewohnten Kolonie stempelte.

Dagegen scheint es nun bei erstmaliger Ueberlegung recht natürlich, die polythalamen Formen, bei welchen eine so reguläre Wiederholung bestimmter Abschnitte in Form und Bildung sich findet, als in innigem Verbande stehende Kolonien zu deuten, da ja jede Einzelkammer einer solchen Polythalamie gewöhnlich in hohem Grade mit der Bildung der einfachen Kammer einer Monothalamie übereinstimmt. Die Bildung neuer Kammern wäre hiernach als ein Theilungs-, resp. Sprossungsact, zu betrachten. Diese, von einer Reihe von Forschern auch heute noch vertretene Ansicht steht jedoch mit gewissen anderweitigen Bauverhältnissen des Rhizopodenorganismus in nicht wohl zu vereinbarendem Widerspruch. Schon M. Schultze (53) hat sich gegen diese Auffassung sehr entschieden ausgesprochen, obgleich ihm der Hauptgrund, welcher gegen dieselbe vorgebracht werden kann, noch nicht bekannt war. Diesen Grund jedoch bilden die Kernverhältnisse.

Wie wir oben schon genügend zu erörtern Gelegenheit hatten, steht die Zahl und Vertheilung der Zellkerne in gar keiner bestimmten Be-

---

Spindeln der Chlamydomyxa und Labyrinthula wohl als Zellkerne zu betrachten seien, könnte möglicherweise für die erstgenannte Gattung einige Wahrscheinlichkeit besitzen, wogegen mir dieselbe für Labyrinthula ganz ungerechtfertigt erscheint.

*) Jen. Zeitschr. X.

**) Jen. Zeitschr. IX.

ziehung zu der Kammerzahl, wir lernten einkernige Polythalamia und vielkernige Monothalamia kennen. Da uns jedoch die marinen Polythalamia als kernführend wohl bekannt sind, so dürften wir, wenn es sich in ihren Kammerabschnitten wirklich um individuelle Wiederholungen im Sinne einer kolonialen Bildung handelte, mit Recht die Gegenwart eines oder mehrerer Zellkerne in jedem Kammerabschnitt verlangen.

Wir sind daher nicht berechtigt, in der Ausbildung und regelmässigen Wiederholung der Kammerabschnitte bei den Polythalamen eine wirkliche morphologische Wiederholung von Individuen einfacherer Art, wie sie uns die Monothalamien darbieten, nach Art einer Kolonie- oder Stockbildung zu erkennen. Immerhin jedoch ist die Regularität der Wiederholung der einfachen Kammerabschnitte bei diesen Formen von einer Art, dass sie bis zu gewissem Grade eine wirkliche Wiederholung der Form und Theile des Einzelindividuums der Monothalamie vorführt. Wenn wir uns nun nach Vergleichen für ein derartiges morphologisches Verhalten in den Abtheilungen der höheren Thierwelt umsehen, so werden wir nicht verkennen, dass von einem allgemein morphologischen Standpunkt aus die Segmentation, wie sie uns in verschiedenem Grad der Ausbildung die gegliederten Metazoën darbieten, eine nicht zu leugnende Aehnlichkeit mit der Kammerung der Polythalamien darbietet. In beiden Fällen sehen wir Wiederholung einer Anzahl morphologisch sich entsprechender Körperabschnitte, die gleichzeitig bis zu einem gewissen Grade als Homologa einer einfacheren, ungegliederten Individualitätsstufe erscheinen. In beiden Fällen jedoch sind die einzelnen Abschnitte oder Metameren mehr oder weniger weit von der Höhe der Individualisation entfernt, die wir an den einzelnen Gliedern einer Kolonie oder eines Stockes antreffen, indem ihnen zunächst eine Anzahl von Organisationseigenthümlichkeiten, die wir dem vollkommenen Individuum zuschreiben müssen, abgehen, wie andererseits dem ganzen, aus den Wiederholungen solcher einzelner Körperabschnitte zusammengesetzten Organismus eine Reihe von Organisationseigenthümlichkeiten zukommen, die in centralisirter Ausbildungsweise gemeinsam für die Gesammtheit des betreffenden Organismus vorhanden sind. Wie jedoch die Grenzlinie zwischen Kolonie und gegliedertem Organismus auch unter den höheren Formen nur schwierig oder nicht scharf zu ziehen ist, so kann in gleicher Weise auch hier auf dem Gebiet der Protozoën eine solche Schwierigkeit sich erheben, wenn auch die bis jetzt bekannten Beispiele eigentlicher Koloniebildung im Bereich der Rhizopoda sich recht scharf abgrenzen lassen gegen die Erscheinung der Polythalamie, die wir, wie gesagt, im allgemein morphologischen Sinne am ehesten mit der Segmentation der Metazoën zu vergleichen im Stande sind.

γ. Ueber die Erscheinung der Encystirung bei den Rhizopoden, ohne oder in Verbindung mit Vermehrung.

Wie bei zahlreichen Protozoën überhaupt, finden wir auch unter den Rhizopoden (wenigstens denen des süssen Wassers) eine sehr ausgesprochene Neigung, sich zu gewissen Zeiten ihres Lebens mit einer durch selbstthätige Ausscheidung gebildeten Hüllhaut zu umkleiden (die gewöhnlich nach Aussen völlig abgeschlossen ist) und in diesem encystirten Zustand längere oder kürzere Zeit ruhend zu verharren, oder noch innerhalb der Cystenhülle einen Vermehrungsprocess durch Theilung einzugehen. Wenn nun auch bei den Protozoën eine solche Vermehrung im encystirten Zustand nicht gerade selten stattfindet (wiewohl gerade die Rhizopoden hierfür bis jetzt nur wenige Beispiele geliefert haben), so scheint doch in der Mehrzahl der Fälle der Encystirungsprocess wenigstens ursprünglich nicht in directem Zusammenhang mit der Vermehrung gestanden zu haben. Er scheint im Gegentheil ursprünglich, wie dies auch jetzt thatsächlich noch häufig der Fall ist, entweder zum Schutz des Organismus gegen äussere schädliche Einflüsse, wie Austrocknung oder faulige Verderbniss des Wassers entstanden zu sein, andererseits jedoch auch, um nach reichlicher Nahrungsaufnahme gewissermaassen in ungestörter Ruhe die aufgenommene Nahrung assimiliren zu können. Wie schon bemerkt, zeigen gerade die Rhizopoden nur selten, nach den bis jetzt darüber vorliegenden Beobachtungen, eine Vermehrung durch Theilung innerhalb der Cystenhülle, ja der einzige Fall, der eine regelmässige Fortpflanzung durch Encystirung anzudeuten scheint, betrifft gerade einen Organismus, dessen Stellung unter den übrigen Rhizopoden keineswegs völlig gesichert ist, nämlich die bekannte monere Form, die Häckel'sche Protomyxa.

Betrachten wir zunächst jene Fälle etwas näher, wo bis jetzt wenigstens keinerlei Vermehrungsvorgänge in Verbindung mit der Encystirung beobachtet wurden. Derartige Encystirung scheint unter den nackten und beschalten Formen des süssen Wassers ziemlich allgemein verbreitet zu sein, wogegen bis jetzt wenigstens im Bereich der marinen, beschalten Formen nichts Analoges beobachtet wurde.

Eine Reihe von Beobachtungen liegen über Encystirungsvorgänge bei Amöben und amöbenartigen Rhizopoden vor, ohne dass jedoch bis jetzt dieser Vorgang gerade hier in eingehenderer Weise ermittelt worden wäre. A. Schneider*) will die Encystirung der Amöben (es ist die Rede von A. diffluens und radiosa) beobachtet haben und schildert den Vorgang in der Weise, dass anfänglich die Bildung der Cystenhülle lokal begrenzt, einseitig beginne, während gleichzeitig noch die amöboide Beweglichkeit des Protoplasmakörpers auf der entgegenstehenden Seite sich äussere. Allmählich wachse schliesslich die Hülle allseitig um die Amöbe herum. Gegen diese Schilderung hat Auerbach**) vielleicht mit Recht

*) Arch. f. A. u. Ph. 1854.
**) Z. f. w. Z. VII.

Einsprache erhoben und die Vermuthung geäussert, dass Schneider möglicherweise durch das eigenthümliche Verhalten einer Form, wie sie z. B. Cochliopodium darbietet, getäuscht worden sei. Sicherer dagegen scheint die Beobachtung des Encystirungsprocesses einer fraglich als Amoeba Gleicheni Djrd. bezeichneten Form durch Carter.*) Hier bildet sich bemerkenswerther Weise keine kugelige, sondern eine etwas kegelige, gewöhnlich kurz gestielte, braune und rauhe Cyste, die mit ihrem zugespitzten Ende oder dem Stielchen, in welches dieses sich fortsetzt, an fremde Gegenstände festgeheftet ist. Weiterhin haben auch J. Lüders**) und Wallich***) Encystirungserscheinungen von Amöben beschrieben und zwar übereinstimmend von solchen Formen, die, nach reichlicher Aufnahme von Diatomeennahrung, sich nun gewissermaassen zu einer sogen. Verdauungscyste, wie sie hauptsächlich bei den heliozoënartigen Sarkodinen häufig beobachtet wird, umbildeten. Hierbei wurde nur eine zarte, z. Th. faltige Cystenhülle entwickelt. Die, nach dem Wiederaustreten der Amöben, in der Cystenhülle zurückgelassenen Diatomeenschalen gaben mehrfach Veranlassung zu der Beschreibung sogen. Diatomeencysten, welche jedoch, wie gesagt, von der Encystirung der Amöben, z. Th. jedoch auch heliozoënartiger Süsswassersarkodinen herrühren.

Für den amöbenartigen Plakopus ist die Encystirung durch F. E. Schulze mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit festgestellt worden; die dünne Cystenhülle besitzt hier eine regulär kugelige Bildung und liegt dem eingehüllten Weichkörper direct auf. Die Bildung geschichteter, kugeliger Cysten wurde auch von Sorokin†) bei seinem Gloidium constatirt und ihr Bau ist von besonderem Interesse, weil sich an einer Stelle eine Einrichtung zum Austritt des encystirten Plasmakörpers findet. Es ist nämlich nur die äusserste und älteste Schicht der Cyste völlig geschlossen, während die jüngeren, inneren Schichten an der erwähnten Stelle unterbrochen sind. An dieser Stelle wird daher in der Cystenhülle ein nach Innen trichterförmig sich erweiternder Kanal gebildet, der nur durch die äusserste Cystenschicht geschlossen ist. Durch diesen Kanal verlässt denn auch der encystirte Körper die Cystenhülle wieder.

Im Bereich der Monothalamia des süssen Wassers scheint die Encystirung sehr allgemein verbreitet zu sein, jedoch in mancher Hinsicht etwas verschieden zu verlaufen. So kann die Encystirung sowohl innerhalb der Schale, als auch nach Austritt aus derselben vor sich gehen; es kann sich nur eine einfache oder es können sich mehrfache, successive gebildete und ineinander geschachtelte Cystenhüllen entwickeln. Für gewöhnlich encystirt sich der Weichkörper innerhalb der Schale und unter deren Schutz.

---

*) A. m. n. h. 2. XVIII. u. 3. XIII.

**) Bot. Zeitung 18. Jahrg. 1860.

***) A. m. n. h. 3. XIII.

†) Morph. Jahrb. IV.

Zuweilen tritt sogar ein Theil der Schale selbst mit in die Bildung der Cystenwandung ein, wenigstens lässt sich der von Archer (108) beschriebene Encystirungsprocess der Pseudochlamys patella in dieser Weise auffassen. Hier wird nämlich nicht eine den Weichkörper allseitig umgebende Cystenhülle abgeschieden, sondern es bildet sich nur eine uhrglasförmige Umhüllung auf der oralen Seite des Weichkörpers, deren Ränder mit der Schale verwachsen und die in solcher Weise den Weichkörper gewissermaassen nach Aussen abkapselt. Ein vielleicht hiermit vergleichbarer Verschluss der Schalenmündung tritt, wie wir gleich noch sehen werden, auch bei dem Encystirungsprocess der Gattungen Difflugia und Euglypha auf.

Unter den Arcellinen hat Auerbach die Bildung einer einfachen kugeligen und ziemlich dickwandigen Cystenhülle bei seinem Cochliopodium bilimbosum beobachtet. Die Cystenhülle liegt hier dem Thierkörper ziemlich dicht auf, so dass nur zuweilen eine schmale, helle Zone zwischen ihm und der Hülle bemerkbar ist. Eigenthümlich erscheint noch eine die Cystenhülle äusserlich einhüllende, schleimige, feinkörnige Lage. Wie sich bei diesem Encystirungsprocess die eigenthümliche eigentliche Schale des Cochliopodium verhält, ist nicht bekannt.*) Die Bildung einer einfachen, kugeligen Cyste, wohl auch mit einfacher Hülle, wurde durch Hertwig und Lesser für Arcella festgestellt; sie liegt hier innerhalb der Schale dicht der Mündung an. Auch bei gewissen Difflugien, die jedoch bezüglich ihrer Schalenstructur sich vielleicht näher an die Gattung Quadrula anschliessen, hat Wallich**) einen Encystirungsprocess verfolgt; hierbei hatte sich der Weichkörper des Thieres kugelig zusammengeballt und in die mittlere Hälfte der Schale zurückgezogen. Die sonst runde Mündung der Schale war durch Zusammenklappen ihrer Ränder geschlossen und ausserdem hatte sich innerhalb der Schale, etwas vor dem zusammengekugelten Thierkörper, ein häutiges Diaphragma gebildet, wodurch also ein völliger Abschluss des Weichkörpers gegen die Aussenwelt hergestellt wurde. Bildung einer einfachen kugeligen Cyste wurde ferner von Cienkowsky bei dem Platoum stercoreum beobachtet, wo dieser Vorgang hauptsächlich noch desshalb unser Interesse beansprucht, weil er nicht innerhalb der Schale, sondern, nach Austritt des protoplasmatischen Körpers, vor oder noch innerhalb der Schalenmündung stattfindet (III. 17 c). Auch hier tritt, wie solches oben schon gelegentlich der Gattung Cochliopodium angedeutet wurde, noch eine feinkörnige, äusserliche Umhüllung zu der eigentlichen Cystenkapsel hinzu. Von besonderem Interesse erscheint

*) Auerbach kam durch fortgesetzte Beobachtungen zu einigen Vermuthungen über das weitere Schicksal dieser Cysten, mit denen er eine besondere amöbenartige Form, die er späterhin, als sich zahlreiche leere und aufgesprungene Cysten vorfanden, vielfach beobachtete, in Zusammenhang bringt; da jedoch die Zugehörigkeit dieser Formen zu dem Entwickelungskreis des Cochliopodium in keiner Weise sicher festgestellt scheint, so gehen wir hier nicht näher auf diese Beobachtungen und Vermuthungen ein.

**) A. m. u. h. 3. XIII.

uns ferner noch die Beobachtung, dass die protoplasmatischen Weichkörper einer ganzen Kolonie dieser Art zuweilen ausserhalb der Schalen zu einem einheitlichen Protoplasmakörper zusammenfliessen, der sich dann ganz wie ein einfaches Individuum zu encystiren vermag. Zur Vervollständigung unserer Angaben über die Encystirungserscheinungen der hierhergehörigen Formen, fügen wir noch bei, dass durch Cienkowsky auch für den interessanten Microcometes einfache kugelige Cystenbildung innerhalb der Schale festgestellt wurde.

Etwas complicirter gestalten sich die Cystenbildungen bei den jetzt noch zu erwähnenden Formen, bei welchen durch successive Wiederholung der Hüllbildung zwei ineinander geschachtelte Cystenhäute zur Entwickelung gelangen. Durch die gesonderte Betrachtung, die wir diesen Vorkommnissen zukommen lassen, soll nicht etwa angedeutet werden, dass wir hierin etwas ganz besonderes sehen, sondern es mögen einfache und doppelte Cystenumhüllungen vielleicht sogar bei einer und derselben Form zuweilen gleichzeitig nebeneinander sich finden, wie solches bei den Heliozoën z. B. thatsächlich der Fall zu sein scheint. Mit einer solchen doppelten Cystenhülle sah Cienkowsky die Spindelzellen der merkwürdigen Labyrinthula sich zuweilen umkleiden, und zwar geht hier dieser Encystirungsprocess ziemlich gleichzeitig für sämmtliche Individuen eines Labyrinthula-Aggregates vor sich (I. 8d), und werden alle die Cysten in eine gemeinsame, ziemlich feste Masse eingehüllt, welche wohl durch Umbildung der sogenannten Rindenschicht der beweglichen Aggregate hervorgeht.

Eine doppelte Hüllbildung scheint ferner in der Abtheilung der Euglyphinen ziemlich allgemein verbreitet zu sein, da sie wenigstens für Euglypha und Trinema sicher constatirt ist, wogegen bei Cyphoderia bis jetzt nur eine kugelige Zusammenballung des Weichkörpers in der Schalenmitte von M. Schultze und F. E. Schulze gefunden wurde, ein Vorgang, der wohl ohne Zweifel zur Encystirung führen dürfte.

Bei Euglypha und Trinema ist der Encystirungsvorgang zuerst von Carter (56), späterhin hauptsächlich von Hertwig und Lesser (99) beobachtet worden. Der Vorgang ist von den letztgenannten beiden Forschern am genauesten bei Euglypha alveolata ermittelt worden, die wir daher auch unserer Schilderung zu Grunde legen. Wie bei Difflugia wird auch hier zunächst die Schalenmündung durch ein Diaphragma gegen die Aussenwelt abgeschlossen (III. 12b, d) und zwar soll dessen Aufbau hier durch verklebte Fremdkörper, wie Algenfäden, Diatomeen und dergleichen, zu Stande kommen. Die eigentliche Cyste liegt im Grunde der Schale und wird zunächst von einer recht ansehnlichen, etwa die Hälfte der Schalenlänge erreichenden, ovalen Aussenhülle gebildet (b), die interessanter Weise ganz dieselbe Zusammensetzung aus hexagonalen Plättchen zeigt, wie die eigentliche Schale. Innerhalb dieser Aussenhülle liegt die kugelige innere Cystenhülle (c), die den sehr körnigen und daher recht undurch-

sichtigen Weichkörper dicht umschliesst. Auch diese Innenhülle ist nicht völlig glatt und structurlos, sondern äusserlich wie innerlich von zahlreichen feinen Buckelchen bedeckt, so dass sie auf dem optischen Durchschnitt ein perlschnurartiges Aussehen besitzt. Bemerkenswerth ist ferner hauptsächlich noch die Befestigung dieser inneren, kugeligen Cyste durch einen zarten, homogenen und ziemlich langen Strang (f) in dem spitzeren, vorderen Ende der Aussenhülle.

Bei der nahe verwandten Gattung Trinema hat Carter die Bildung einer ovalen bis viereckigen, einfach umhüllten Cyste im Schalenhintergrund beobachtet; dagegen wurde von Hertwig und Lesser auch für diese Form die wenigstens zeitweilige Bildung doppelter Cystenhüllen wie bei Euglypha ermittelt. Die eigentliche innere Cystenhülle soll auch hier kugelig sein, und den sehr körnigen, undurchsichtigen Weichkörper dicht umschliessen, wogegen die äussere Hülle der Innenwand der Schale dicht anliegen, ja vielleicht mit derselben verschmolzen sein soll.

Unter den amphistomen Monothalamien ist die Encystirung bis jetzt nur von Cienkowsky (104a) für Diplophrys Archeri constatirt worden. Auch hier bilden sich zwei zarte, kugelige Cystenhüllen, von welchen die innere glatt, die äussere hingegen mit zahlreichen bläschenförmigen Ausbuchtungen besetzt erscheint.

Wenden wir uns nun zu denjenigen wenigen Fällen, wo in Zusammenhang mit der Encystirung ein Vermehrungsprocess aufgefunden werden konnte. Es ist dies bis jetzt nur bei zwei, wie schon früher bemerkt, bezüglich ihrer verwandtschaftlichen Beziehungen zu den eigentlichen Rhizopoden etwas unsicheren Formen geglückt. So konnte Cienkowsky*) feststellen, dass die in der obengeschilderten Weise encystirten Spindelzellen der Labyrinthula sich durch Viertheilung in der Cyste vermehren (I. 8c u. f). Es erfolgt nach einiger Zeit ein Ausschlüpfen der Sprösslinge, die wohl zu jungen Spindelzellen sich entwickeln, wenngleich dieser Uebergang nicht direct beobachtet werden konnte.

Etwas abweichend verhält sich der zweite, eventuell hierher zu rechnende Fall, der durch Häckel**) bei seiner Protomyxa aurantiaca entdeckt wurde. Hier scheint die Encystirung sicher zu einem Fortpflanzungsact geworden zu sein, obgleich sich nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen auch nicht mit völliger Bestimmtheit wird verneinen lassen, dass nicht gelegentlich auch hier Encystirung ohne Vermehrung vorkommen möge.

Die Protomyxa bildet nach Häckel's Beobachtungen kugelige, von einer einfachen, jedoch ziemlich dicken und geschichteten Gallerthülle

---

*) Arch. f. mikr. A. III.

**) Jen. Zeitschr. IV.

umschlossene Cysten (I. 1 b), unter deren Schutze der eingeschlossene Protoplasmakörper durch gleichzeitige Theilung oder Sprossung (Monosporogonie Häckel's) in zahlreiche (ca. 200) kugelige Theilstücke zerfällt. Letztere treten durch Platzen der Cyste nach einiger Zeit hervor, entwickeln eine Geissel (1 c) und schwärmen — sehr ähnlich den Zoosporen der Myxomyceten (ohne jedoch einen Nucleus und eine contractile Vacuole zu besitzen) — eine Zeitlang umher. Unter Einziehung der Geissel gehen sie dann in kleine amöbenartige Gestalten über (1 d), die entweder allmählich und direct zu der reifen Form heranwachsen sollen, nicht selten aber durch Verschmelzung mehrerer ein Plasmodium, ähnlich dem der Myxomyceten, zu bilden im Stande sind, durch dessen weiteres Auswachsen sich alsdann die entwickelte Form heranbildet.

Ist nun schon die Stellung der Protomyxa unter den übrigen Rhizopoden in Anbetracht ihrer allgemeinen Bauweise eine etwas zweifelhafte, so dürften durch ihre soeben in kurzen Zügen wiedergegebene Fortpflanzungsgeschichte diese Zweifel nur noch verstärkt werden und hieraus vielleicht eine Anreihung derselben an die Myxomyceten als natürlicher sich ergeben. In Berücksichtigung jedoch, dass unsere Kenntnisse der Fortpflanzungserscheinungen der Rhizopoden im Ganzen keine sehr eingehenden sind, kann wohl auch nicht in Abrede gestellt werden, dass nicht doch noch nähere Anknüpfungspunkte zwischen den Fortpflanzungsverhältnissen der Protomyxa und denen echter Rhizopoden gefunden werden dürften.

δ. Copulations- und Conjugationserscheinungen bei den Rhizopoda.

Wenn auch im Allgemeinen bis jetzt fast keine sicheren Untersuchungen über eine Beziehung der Copulations- oder Conjugationserscheinungen der Rhizopoda zu einem damit zusammenhängenden Vermehrungsprocess vorliegen, so dass eine Anzahl Forscher, wie Cienkowsky, und auch Hertwig und Lesser, geneigt sind, überhaupt jeden Zusammenhang dieser interessanten Vorgänge mit der Fortpflanzung in Abrede zu stellen, so dürfte sich doch vielleicht bei genauerer Erforschung ein solcher Zusammenhang, wenigstens in gewissen Fällen, ergeben. Wie die Schwierigkeit der einschlägigen Untersuchungen jedoch von vornherein erwarten lässt, sind unsere Kenntnisse bezüglich derartiger Vorgänge im Leben der Rhizopoden bis jetzt recht beschränkte.

Zunächst finden wir hier, wie auch in anderen Abtheilungen der Protozoën, völlige, gelegentlich eintretende Verschmelzungen zweier oder auch mehrerer Individuen zu einem einheitlichen Organismus, und wir hatten schon oben Gelegenheit, das Vorkommen solcher Verschmelzungen bei den Gattungen Lecythium und Protomyxa zu erwähnen. Bei letzterer Form waren es die jugendlichen, amöbenähnlichen Sprösslinge, die häufig zu zweien oder zu mehreren einen Verschmelzungsprocess eingingen, ohne dass sich, ebenso wie bei den sich ähnlich verhaltenden Myxomyceten, ein

directer Zusammenhang dieses Processes mit einer Vermehrungserscheinung zeigte. Auch von Amöben ist mehrfach eine solche Verschmelzung zweier oder mehrerer Individuen berichtet worden, so hat Kühne*) diesen Vorgang bei einer kleinen marinen Amöbe mehrfach gesehen, das Gleiche wird von Maggi**) berichtet, und auch Carter will einen jedoch etwas zweifelhaften Conjugationsprocess bei seiner Amoeba radiosa Djrd. (die jedoch, wie er später bemerkt, wohl eher zu Cochliopodium gehört) beobachtet haben.***) Häufig scheint jedoch ein Copulationsprocess bei den Amöben nicht stattzufinden, da man so vielfach Gelegenheit hat, Amöben in dichtester Berührung aneinander hinkriechen zu sehen, ohne dass eine Verbindung zwischen ihnen hergestellt würde. Auch bei den Monothalamien des süssen Wassers sind Verschmelzungsprocesse mit Sicherheit constatirt worden, jedoch scheint es sich hier in den meisten Fällen nicht um eine dauernde, völlige Verschmelzung der beiden Weichkörper zu handeln, sondern um eine vorübergehende, zeitweise Vereinigung, die wir daher zum Unterschied von der völligen Verschmelzung oder Copulation, nach Analogie mit den ähnlichen Vorgängen bei den Infusorien, als Conjugationsprocess bezeichnen. Wie bei letzteren Formen haben auch hier diese Vereinigungen häufig zu der Vorstellung einer wirklichen geschlechtlichen Vermischung, eines Austausches wahrer Geschlechtsprodukte, Veranlassung gegeben, wie weiter unten noch näher erörtert werden wird. Andererseits hat man auch die Conjugationserscheinungen der Monothalamien ganz in Abrede stellen wollen, namentlich gestützt auf die schon früher erwähnten Theilungs- und Häutungserscheinungen der Arcella, wobei die beiden Schalen, die alte tiefbraune und die neugebildete, noch schwach gefärbte, eine ähnliche Stellung zu einander besitzen, wie sie auch die in Conjugation befindlichen Thiere annehmen. Hierauf gestützt glaubte man die Conjugationserscheinungen der Monothalamia wenigstens grossentheils als solche Theilungs- oder Häutungserscheinungen ansprechen zu dürfen.

Es unterliegt nun aber keiner Frage, dass auch wirkliche Conjugationserscheinungen solcher Formen und speciell auch der Arcellen sich finden. Die Conjugationszustände der Monothalamien bieten sich gewöhnlich in der Weise dar, dass zwei Thiere sich mit den Mündungen ihrer Schalen gegeneinander stellen, wobei gewöhnlich die Mündungsöffnungen dicht aufeinander gepresst werden, während die beiderseitigen Weichkörper in

*) Unters. über das Protoplasma etc. 1864.

**) Rendic. d. R. Istit. Lomb. IX. p. 436.

***) Einen zweifelhaften Conjugationszustand hat Greeff bei seiner Amphizonella violacea beobachtet. Die von Tatem (Monthl. m. journ. VI.) angeblich gesehenen Conjugationszustände von Amöben sind jedenfalls ganz unbeweisend. Derselbe glaubt nämlich aus dem Verlauf der Strömungserscheinungen im Protoplasmaleib gewisser Amöben ihren Hervorgang aus der Verschmelzung zweier Individuen erschliessen zu können. Es sind jedoch diese Strömungserscheinungen keine anderen als die schon früher geschilderten, normalen einer einfach hinfliessenden Amoeba.

Verschmelzung treten, so dass das Protoplasma in strömender Bewegung von der einen nach der anderen Schale beobachtet wird.

Derartige Conjugationsformen sind schon von Cohn*) für Arcella vermuthet worden, jedoch hatte er es wohl sicher mit den erwähnten Theilungszuständen zu thun; späterhin hat Bütschli**) unzweifelhafte Conjugationszustände bei dieser Gattung beobachtet und nicht nur zwei, sondern auch drei Thiere in eigenthümlicher Weise zusammengelagert und durch directe Verbindung ihrer Plasmakörper in Conjugation angetroffen. Sehr häufig wurden solche Verbindungen auch bei Difflugia beobachtet***) und von Carter†) z. B. mit geschlechtlicher Fortpflanzung in Beziehung gebracht; auch Archer††) hatte häufig Gelegenheit, die Conjugationserscheinung bei Difflugia zu beobachten und hält diesen Vorgang seiner Häufigkeit wegen für recht bedeutungsvoll. Auch er wurde durch seine Beobachtungen dazu geführt, die Ansicht zurückzuweisen, dass es sich hier vielleicht um einen Knospungs- oder Theilungsprocess handeln könne.

Wir haben ferner noch Kenntniss von dem gleichen Process erhalten durch Carter für Euglypha,†††) durch Archer und F. E. Schulze für Pseudodifflugia; durch letzteren Forscher für Cyphoderia wie Hertwig und Lesser für Trinema. Gabriel beobachtete Conjugation zweier Thiere mit nachfolgender Trennung bei Platoum (seinem Troglodytes). Hieraus scheint jedenfalls hervorzugehen, dass es sich hier um eine Erscheinung von sehr allgemeiner Verbreitung handelt. Zweifelhafter dagegen ist es, ob wir auch den marinen Mono- und Polythalamien solche Conjugationserscheinungen zuschreiben dürfen. Die einzige Beobachtung, welche sich in dieser Hinsicht vielleicht aufführen lässt, ist die alte Angabe von Gervais,*†), der Milioliden vor der Erzeugung einer jungen Brut zu zweien aneinanderhängend getroffen haben will.

Von inneren Veränderungen im Plasmaleib der conjugirten Thiere ist mit Sicherheit bis jetzt nichts bekannt geworden, namentlich ist das Verhalten der Zellkerne hierbei sowohl, als auch bei den Verschmelzungserscheinungen, die früher schon erwähnt wurden, völlig unbekannt. Dass auch bei den Monothalamien derartige Copulationsvorgänge sich zu ereignen vermögen, daran sei hier nachträglich nochmals durch die Hinweisung auf die schon oben erwähnten Verschmelzungserscheinungen der

---

*) Z. f. w. Zool. IV.

**) Arch. f. m. Anatomie Bd. XI.

***) Schon der erste Entdecker der Difflugia, Leclerc (1815), beobachtete solche mit ihren Mündungen zusammengelagerte Exemplare der Difflugia spiralis und hielt sie für Begattungszustände. Auch Cohn hat (l. s. c.) derartige Conjugationszustände bei Difflugia aufgefunden.

†) A. m. n. h. 3. XII.

††) Qu. journ. micr. sc. VI.

†††) Carter hat auch schon bei Arcella wie Euglypha die Vereinigung von 3—4 Individuen beobachtet (56 u. 75).

*†) Compt. rend. 1847. p. 467.

Weichkörper einer ganzen Kolonie von Platoum zur Bildung einer Cyste erinnert.

Was die Trennung der conjugirten Monothalamien nach vollzogenem Conjugationsprocess betrifft, so scheint gewöhnlich jedes der beiden oder der in grösserer Zahl zusammengetretenen Individuen seinen Antheil am Protoplasmaleib wieder mitzunehmen, indem sich die Verbindung zwischen den Einzelindividuen löst. Immerhin erscheint es jedoch auch nicht unmöglich, dass in gewissen Fällen der Leib des einen Thieres völlig mit dem des anderen verschmilzt und, nach Trennung der beiden Schalen, die eine leer zurückgelassen wird (wobei es sich dann also eigentlich um Copulation handelte).

ε. Kurze Uebersicht der Versuche, eine geschlechtliche Fortpflanzung der Rhizopoda nachzuweisen.

Obgleich im Ganzen bis jetzt nur wenig sichere Anzeigen dafür sprechen, dass die im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Copulations- und Conjugationserscheinungen in eine directe Analogie mit dem Copulationsvorgang gebracht werden dürfen, wie ihn die Ei- und Spermazelle der Metazoën im Befruchtungsact darbieten, so darf dieser Gesichtspunkt doch nicht aus dem Auge gelassen werden und erneute und erweiterte Forschungen mögen wohl noch sicherere Anhaltspunkte zu einer solchen Vergleichung liefern.*) In diesem Sinne lässt sich daher möglicherweise von einer geschlechtlichen Fortpflanzung der Rhizopoda wohl reden. Daneben haben sich jedoch eine Reihe von Bestrebungen geltend gemacht, die darauf hinzielten, bei den Rhizopoden geschlechtliche Fortpflanzungsverhältnisse zu erweisen, die sich in einem viel engeren Sinne jenen der Metazoën anschlössen, wobei nämlich innerhalb des Rhizopodenleibes Geschlechtsprodukte in ähnlicher Weise wie bei den Metazoën, also Ei- und Samenzellen, hervorgebracht werden sollten, durch deren Vermischung oder Aufeinanderwirkung der Fortpflanzungsact zu Stande käme. Die in dieser Richtung angestellten Versuche waren ohne Zweifel einmal wesentlich bedingt durch die lange Zeit unklare Vorstellung von dem morphologischen Werth des Rhizopodenorganismus überhaupt, was es nicht unplausibel erscheinen liess, in der Voraussetzung eines näheren Anschlusses an die Metazoën, auch eine Gleichheit in den Fortpflanzungsverhältnissen zu constatiren. Andererseits waren sie jedoch wohl auch wesentlich beeinflusst durch den anscheinend sehr sicheren Nachweis derartiger Vorgänge bei anderen Protozoënabtheilungen, namentlich den Infusorien.

*) Jedoch sind directe Beziehungen eines Conjugations- oder Copulationsactes zu nachfolgender Vermehrung durch Theilung oder Knospung nicht mit hinreichender Sicherheit erwiesen. Abgesehen von der weiter unten zu berührenden, unsicheren, älteren Angabe von Gervais für marine Rhizopoden, hat neuerdings Bütschli die früher geschilderte Knospenfortpflanzung der Arcella mehrfach auf vorhergehende Conjugation erfolgen sehen, wenngleich auch hieraus noch nicht auf einen stetigen Zusammenhang dieser beiden Vorgänge geschlossen werden darf.

Wir dürfen hier jedoch wohl mit Sicherheit aussprechen, dass es bis jetzt in keinem Falle geglückt ist, den versuchten Nachweis für die Rhizopoden zu führen; sondern dass die Beobachtungen, worauf sich die betreffenden Auffassungen hauptsächlich gründeten, theils viel zu lückenhaft sind, um als Beweise für eine derartige Lehre gelten zu können, theils sich jedoch in wesentlich anderer Weise erklären lassen.

Es ist schwierig, diese hauptsächlich von Carter in England und Greeff in Deutschland vertretene Auffassung und ihre Beweisgründe hier in Kürze zu schildern. Wir wollen dies jedoch so kurz wie möglich versuchen, da ein längeres Verweilen bei diesen, nach unserer wie Hertwig's Ansicht, irrthümlichen Deutungen wohl kaum gerechtfertigt wäre. Eine Schwierigkeit erwächst unserer Darstellung noch daraus, dass es keineswegs leicht ist, die z. Th. schwankenden Darstellungen der angeführten Forscher, hauptsächlich diejenigen Carter's, richtig zu verstehen und in kurzen Ausdrücken wiederzugeben. Die thatsächlichen Beobachtungen sind ausschliesslich Süsswasserrhizopoden entnommen, und vorzugsweise an Amoeba, Arcella, Difflugia und Euglypha angestellt worden. Es hatte sich durch die Beobachtungen Carter's*) ergeben, dass bei Amoeba an Stelle des einfachen Nucleus zuweilen zahlreiche kleinere kugelige, bläschenförmige Körperchen auftreten, die einen granulirten Inhalt aufwiesen. Bei Amoeba Gleicheni (?) und radiosa Duj. (?), wo Carter zuerst diese Beobachtung machte, glaubte er sich davon überzeugt zu haben, dass die Entwickelung der Bläschen durch einen successiven Theilungsprocess des Nucleus vor sich gehe. Die Inhaltskörnchen der Bläschen werden nun hier, zwar mit einiger Reserve, als Spermatozoïdien bezeichnet und auch angegeben, dass diese vermeintlichen Spermatozoïdien zuweilen aus ihren Bläschen hervortreten und durch das Protoplasma der Amöben zerstreut angetroffen werden. Ausserdem wird jedoch bei den gleichen Amöben auch die Entwickelung ei-artiger, zellenähnlicher Körper im Plasma beschrieben, von welchen jedoch nur eine sehr unvollständige Darstellung gegeben wird. Nach der Beschreibung und Abbildung dieser ei artigen Körper bei Euglypha haben sie ganz die Bildung kleiner, bläschenförmiger Zellkerne mit ziemlich ansehnlichem, dunklem Nucleolus.

In den späteren Abhandlungen Carter's wird der körnchenführenden Spermatozoënkapseln der Amöben gar nicht mehr gedacht, sondern es werden schon 1857 bei Amoeba verrucosa die ganz entsprechenden körnchenführenden Bläschen (granuliferous cells) als Eier bezeichnet. Bei Amoeba princeps werden dann schliesslich 1863 dieselben Gebilde, die auch hier durch successive Theilung des grossen einfachen Nucleus entstehen sollen, als Fortpflanzungszellen betrachtet, ohne dass jedoch Carter anzugeben im Stande wäre, wie die Entwickelung einer jungen Amöbenbrut aus diesen angeblichen Fortpflanzungszellen zu Stande komme.

*) Vergl. hierüber 56, 75, ferner A. m. n. h. 3. XII. XV.

Höchstens liesse sich in dieser Hinsicht eine Beobachtung Wallich's*) verwerthen, der gleichfalls diese vermeintlichen Fortpflanzungszellen bei derselben Amöbe gesehen hat, jedoch auch die Ausstossung kleiner Amöben aus einer Amoeba princeps beobachtet haben will. Wir haben nun schon oben bei Gelegenheit der Besprechung der Kernverhältnisse der Rhizopoden Gelegenheit genommen, darauf hinzuweisen, dass die angeführten Fortpflanzungszellen der Amöben, Eier sowohl wie vermeintliche Spermatozoënkapseln, wohl nichts weiter sind, als die kleinen Nuclei eines vielkernigen Zustandes, wie er ja bei Amöben und Rhizopoden überhaupt, häufig vorzukommen scheint, wobei wir es als eine offene, da bis jetzt noch durch keine sicheren Beobachtungen erwiesene, Frage betrachten, ob diese zahlreichen kleinen Kerne sich durch successive Theilung aus einem ursprünglichen einfachen Kern entwickeln, wie es die mitgetheilten Beobachtungen Carter's und Wallich's angeben. Noch eine weitere vom Nucleus ausgehende Bildung von Fortpflanzungskörpern sucht jedoch Carter für die Amoeba princeps wahrscheinlich zu machen. Zuweilen soll der einfache Nucleus sich vergrössern und eine sehr deutlich granulirte Beschaffenheit der nucleolaren Substanz annehmen. Nach Carter's Vermuthung hätten wir es hier dann mit einem zu einer Art Brutkapsel umgebildeten Kern zu thun; die Inhaltskörner desselben würden vermuthlich nach einiger Zeit entleert werden und nach vorübergehender Annahme eines flagellatenartigen Stadiums sich zu jungen Amöben entwickeln.

Letztere Ansicht von der Bedeutung des Nucleus als einer Art von Fortpflanzungsorgan glaubt auch Greeff**) durch seine Untersuchungen an Amoeba terricola bestätigt gefunden zu haben. Auch hier soll sich der Nucleusinhalt — ursprünglich ein einfacher, ansehnlicher Nucleolus***) — durch allmählichen Zerfall zu einer grossen Zahl rundlicher Körper entwickeln, die nach erlangter Reife in das Protoplasma der Amöbe entleert werden sollen — ein Vorgang, der jedoch nicht durch directe Beobachtung festgestellt, sondern nur durch die Anwesenheit ähnlicher Körperchen im Protoplasma der Amöben wahrscheinlich gemacht wurde. Zuweilen sollen sich auch Amöben finden, die ganz erfüllt von solchen Körperchen sind

---

*) A. m. n. h. 3. XI.

**) Aehnliche Anschauungen über die Fortpflanzung der Amöben entwickelt auch Wallich. Nach ihm (vergl. haupts. A. m. n. h. 3. XII. p. 448) soll dieselbe sich in dreierlei Weise, abgesehen von einfacher Theilung oder Knospung, vollziehen. Nämlich einmal durch directes Lebendiggebären kleiner, schon vollständig entwickelter Amöben. Zweitens durch Entwickelung der von ihm Sarcoblasten genannten Inhaltskörner des Amöbenleibes (nach unserer Deutung kleine, in grösserer Zahl vorhandene Zellkerne) zu jungen Amöben, mit oder ohne gleichzeitige Encystirung des Mutterkörpers, und schliesslich drittens durch Zerfall der sogen. Sarcoblasten in die sie constituirenden Körner und durch Entwickelung dieser zu jungen Amöben. Das Auftreten der sogen. Sarcoblasten während des encystirten Zustandes lässt meiner Ansicht nach, bei Berücksichtigung der Abbildungen Wallich's, auch die Annahme zu, dass hier möglicher Weise ein Zerfall des encystirten Amöbenkörpers in eine grössere Anzahl Theilsprösslinge vorgelegen habe.

***) Arch. f. mikr. Anat. II.

und des Nucleus entbehren. Die Weiterentwickelung dieser Fortpflanzungskörperchen erfolge jedoch nicht in dem Mutterthier, sondern erst nach Entleerung derselben. Die allmähliche Hervorbildung junger Amöben aus derartigen Körperchen wird denn auch von Greeff geschildert; zuerst soll ein als heller Fleck erscheinender Kern und hierauf eine contractile Vacuole kenntlich werden. Wie aus dieser kurzen Schilderung hervorgeht, fehlt dem wirklichen Nachweis eines solchen Entwickelungsganges die Beobachtung sehr wichtiger Uebergangsstadien und glaube ich wohl vermuthen zu dürfen, dass der oben geschilderte Zustand mit zahlreichen solchen Fortpflanzungskörperchen, bei fehlendem Nucleus, sich vielleicht auch als ein Stadium mit sehr zahlreichen kleinen Kernen erweisen dürfte.*)

Wie schon bemerkt, hat jedoch Carter auch bei beschalten Süsswasserformen einen ähnlichen Fortpflanzungsprocess nachzuweisen versucht. Zunächst bei Euglypha. Hier sollen sich in der Nucleusgegend, ohne dass jedoch eine Herleitung von dem Nucleus selbst zu beobachten war, dieselben Spermatozoïdien führenden sogen. Körnchenzellen entwickeln, während sich in anderen, zum Theil jedoch auch denselben Individuen, ei-ähnliche Zellen (sehr kernähnlich) hervorbilden sollen; letztere, wie auch bei Amoeba ursprünglich behauptet wurde, ohne Beziehung zu dem Nucleus. Dass die angeblichen Geschlechtsprodukte während des Conjugationsactes ausgetauscht würden, wie es als Carter's Ansicht mehrfach angegeben wurde, scheint mir nicht aus seinen Angaben hervorzugehen. Dagegen scheint er bei Euglypha die Entwickelung der sogen. Spermatozoïdenkapseln von vorhergehender Conjugation abhängig zu machen, wie er ähnliches späterhin auch für Difflugia angab. Fraglicher wie bei Amöben erscheint hier bei Euglypha die Bedeutung jener sogen. samenkapsel- und ei-ähnlichen Körperchen, von welchen er die letzteren in ähnlicher Weise auch bei Trinema (56) und Arcella (75. XIII.) beobachtet hat. Für letztere Form scheint es wohl kaum zweifelhaft, dass es sich um Kerne gehandelt hat, von denen Carter Arcella

*) Auch bei der interessanten Pelomyxa glaubt Greeff (A. f. mikr. A. X.) einen ähnlichen Fortpflanzungsprocess wahrscheinlich gemacht zu haben. Hier sollen die aus den Kernen hervorgetretenen Keimkörner zunächst, wie schon früher mitgetheilt wurde, zu den eigenthümlichen Glanzkörpern werden. Da er nun gelegentlich zahlreiche kleine Amöben aus einer Pelomyxa hervorbrechen sah, so glaubt er die Glanzkörper jedenfalls als die Sporen der Pelomyxa betrachten zu dürfen, wenn auch ihr directer Zusammenhang mit den erwähnten kleinen Amöben, die sich z. Th. nach ihrem Hervortreten zu kleinen Flagellaten umbildeten, nicht sicher erwiesen sei. Sporenartige Gebilde, jedoch mit deutlicher Hülle und mit Zellkern führendem protoplasmatischem Inhalt, habe ich bei Pelomyxa beobachtet, ohne jedoch ihre Weiterentwickelung verfolgen zu können. Auch Str. Wright sucht eine vom Nucleus ausgehende Fortpflanzung bei seiner amöbenartigen Boderia nachzuweisen. Der Protoplasmakörper soll nach vorhergehendem Verschwinden der Nuclei in eine grosse Zahl von navicula-artigen Körperchen (die den Pseudonavicellen der Gregarinen verglichen werden) zerfallen und jedes dieser sich nach einiger Zeit zu einer kleinen Amöbe entwickeln, deren weiteres Verhalten nicht erkannt wurde (s. Journ. Anat. a. Phys. I. 1867).

höchstens zwei zuschreibt. Für Euglypha und Trinema scheint mir die Entscheidung unsicherer, da neben den erwähnten Körperchen gewöhnlich noch ein ansehnlicher Nucleus beschrieben wird und Hertwig und Lesser die sogen. Körnchenzellen gleichfalls gesehen zu haben angeben, ohne über ihre Natur ins Klare gekommen zu sein.

Auch über Difflugia liegen ähnliche Beobachtungen Carter's vor. Hier soll der Conjugationsact gleichfalls die Einleitung zur Entwickelung der Geschlechtsprodukte sein. Nach der Trennung entwickeln sich zahlreiche Kügelchen im Nucleus und es schwinden die Chlorophyll- und Stärkekörner. Hierauf sollen sich die in das Protoplasma ausgetretenen Nucleuskügelchen zu granulirten Körperchen, den Fortpflanzungszellen, entwickeln. Der Nucleus erscheine hierauf sehr erschöpft (effete). Eine directe Weiterverfolgung dieser Fortpflanzungskörperchen gelang nicht, dagegen glaubt er dieselben als kleine Flagellaten, die in der Umgebung seiner Difflugien auftraten, wieder gefunden zu haben und verfolgte schliesslich noch deren Uebergang in Amöben.

Durch spätere Beobachtungen hat er jedoch seine Ansicht über die Entwickelung der Geschlechtsprodukte der Difflugien sehr modificirt. Er fand nämlich bei seiner Difflugia compressa grosse, sogen. Fortpflanzungskörper neben dem Nucleus im Protoplasma und glaubt daher jetzt, dass dieses die weiblichen Elemente seien, während die früher beobachteten, kleinen granulirten Körperchen wohl männliche, befruchtende Elemente darstellten.

Wir haben über letztere, wie aus den obigen Angaben hervorgeht, sehr schwankenden Beobachtungen und Deutungen kaum zu bemerken, dass es in hohem Grad zweifelhaft erscheint, ob hier wirkliche Fortpflanzungserscheinungen vorliegen. Ob auch hier nicht vielkernige Zustände zu den vermeintlichen Deutungen Veranlassung gegeben haben, müssen wir vorerst dahin gestellt sein lassen.

Ein Zerfall des Kernes in sporenartige Kügelchen, ähnlich wie es Greeff und Carter für gewisse Amöben geschildert haben, wird auch von E. Buck*) als Fortpflanzungsact des Platoum beschrieben und die directe Entwickelung solcher Sporen zu der ausgebildeten Form zu erweisen gesucht. Auch für Arcella sucht derselbe Forscher einen ähnlichen Fortpflanzungsprocess wahrscheinlich zu machen.**)

Ganz abweichend von allen übrigen seither bekannten Fortpflanzungserscheinungen der Rhizopoden wäre nach Gabriel's Untersuchungen die Vermehrungsart seines Troglodytes zoster (wohl identisch mit der Platoum stercoreum Cienkowsky's). Wir versuchen in einer Anmerkung das Wesentliche dieses vermeintlichen Fortpflanzungsactes wiederzugeben,

*) Z. f. w. Z. XXX.

**) Die Ausbildung zahlreicher körnchenartiger Sporen will Maggi auch bei gewissen Amöben beobachtet haben und glaubt, dass die von ihm einmal gesehene Copulation seiner Amöben die Einleitung zu dem Sporenbildungsprocess darstelle. (Rendic. d. R. Istit. Lomb. IX. p. 436.)

müssen jedoch gestehen, dass wir den ganzen Process für sehr unwahrscheinlich halten und die Vermuthung nicht unterdrücken können, dass Gabriel durch postmortale Zerfallsvorgänge, sowie durch Entwickelung von Schizomyceten getäuscht wurde.*)

7. Biologische Verhältnisse der Rhizopoda, soweit dieselben im Vorangehenden noch keine eingehendere Beachtung erfahren haben.

a. Wohnortsverhältnisse.

Die wahre ursprüngliche Heimath der Rhizopoda sind die Gewässer, und zwar sowohl die süssen als die salzigen. Es erscheint hier zwecklos, noch besonders auf den Reichthum der fliessenden und stehenden Gewässer des Binnenlandes, wie der verschiedenen Meere an unseren Rhizopoden aufmerksam zu machen. Was zunächst die specielleren Lebensverhältnisse der Süsswasserformen betrifft, so treffen wir dieselben einmal im Bodensatz, im Schlamm, an — dieser bildet sogar für einen Theil, wie die Amöben und amöbenartigen unbeschalten Formen, die eigentliche Heimath — wogegen zahlreiche beschalte Formen mit Vorliebe auch auf Steinen und Wasserpflanzen herumkriechen, ja z. Th. auch, wie dies wenigstens für die Arcellen und Difflugien nachgewiesen ist, sich vorübergehend, mit Hülfe der früher erwähnten Gasentwickelung, an die Oberfläche der Gewässer zu erheben vermögen. Nur wenige Formen jedoch scheinen sich dauernd oder doch zuweilen in fauligen Infusionen zu entwickeln und unter diesen sind hauptsächlich kleinere Amöben zu erwähnen, wogegen kleinere Monothalamien nur selten unter solchen Verhältnissen auftreten.

Nicht selten hat man jedoch Gelegenheit zu beobachten, dass Formen, deren eigentliche Heimath jedenfalls die süssen Gewässer noch sind oder

*) Der dem Platoum von Gabriel zugeschriebene Fortpflanzungsvorgang lässt sich kurz dahin resümiren: 1) Zwei Thiere conjugiren sich vorübergehend; trennen sich hierauf und alsdann tritt 2) eine Auflösung der Körnchen der früher von uns schon erwähnten, mittleren Körnchenzone (des sogen. Zoster Gabriel's) ein; 3) treten in der Leibesmasse zahlreiche feine, runde Körperchen auf, die sehr lebhafte Bewegungen zeigen und unter Nachlassen der Bewegung allmählich schwinden. Diese Körperchen werden als Befruchtungskörperchen bezeichnet, ohne dass hierfür ein ersichtlicher Grund vorhanden ist. 4) Bildet sich in der Leibesmasse, die jetzt Keimmasse genannt wird, eine feine Körnelung aus, welche an Chagrinpapier erinnert, und daher als Chagrin bezeichnet wird. Diese Masse ballt sich hierauf etwas zusammen und wird allmählich durch Zerfall der Schale frei. Bei anderen Rhizopoden soll diese Chagrinmasse sich nur aus einem Theil der Leibesmasse entwickeln. 5) Die einzelnen Chagrinkörnchen sind die Keime des Troglodytes. Sie lösen sich durch Zerfall der Masse los und wachsen allmählich heran, erhalten eine ovale Form und eine contractile Vacuole und werden daher als Monostigmaform bezeichnet. 6) Je zwei solcher Monostigmen verschmelzen, zunächst nur theilweise, mit ihren Hinterenden und bilden so die sogen. Diplostigmaform. 7) Diese bildet sich nun durch allmähliches Wachsthum, Auftreten der sogen. Zosterkörnchen und eines Kernes, und schliessliches völliges Verschmelzen der Vorderenden, sowie Bildung einer Schale, zu dem Troglodytes aus.

doch früher waren, ausserhalb derselben an Orten, wo ihnen nur genügende Feuchtigkeit geboten wird, ihr Leben fristen. Am auffallendsten dürfte dies für die unbeschalten Formen erscheinen, jedoch bietet das ähnliche, ja noch auffallendere Verhalten der Plasmodien der Myxomyceten ganz entsprechendes dar.

So treffen wir Amöben in feuchtem Sand oder Moos von Bäumen und zwar sowohl am Fusse solcher als in ziemlicher Höhe über dem Erdboden an. Schon Dujardin*) hat sich von solchen Vorkommnissen überzeugt und Greeff**) hat später eine ganze Reihe Amöben, sowie die interessante Amphizonella in feuchtem Sande gefunden, mir selbst gelang es, dieselben Formen im feuchten Moos eines Daches nachzuweisen. Ganz dieselben Erscheinungen bieten uns jedoch auch die beschalten Formen dar, auch von diesen hat schon Dujardin Arcella, Difflugia, Euglypha und andere im Baummoos aufgefunden; auch Ehrenberg hat sich vielfach mit solchen Untersuchungen beschäftigt, so schon 1848***, das Vorkommen lebenskräftiger Exemplare von Arcella, Euglypha, Lecythium und Difflugia (?) im Dachrinnensand erwiesen, dann namentlich seine Studien auch auf das in beträchtlicher Höhe über dem Erdboden an Bäumen wachsende Moos ausgedehnt†) und auch hier in seinen zahlreichen Abhandlungen das Vorkommen von Monothalamien vielfach nachgewiesen, obgleich es sich hierbei wohl meist um leere, todte Schalen handelte. In neuerer Zeit hat sich auch Leidy††) in Nordamerika mit der Untersuchung ähnlicher Verhältnisse beschäftigt und Difflugia, Euglypha und Trinema unter entsprechenden Verhältnissen gleichfalls lebenskräftig angetroffen. Dass es sich in diesen Fällen meist um Formen handelt, die durch Winde im encystirten oder zum Theil vielleicht auch nicht encystirten Zustand gewissermaassen verschlagen wurden, dürfte keinem Zweifel unterliegen.

In dieselbe Kategorie dürfen wir vielleicht auch die von Cienkowsky auf Pferdemist beobachtete Diplophrys stercoreum und das unter ähnlichen Verhältnissen getroffene Platoum stercoreum, sowie den jedenfalls zur gleichen Gattung gehörigen, von Gabriel in feuchter, mit thierischen Excrementen durchsetzter Erde gefundenen sogen. Troglodytes rechnen, deren nächste Verwandte ja das süsse Wasser bewohnen.

Wenden wir uns jetzt zu einer etwas näheren Betrachtung der marinen Formen, so haben wir zunächst die relativ recht scharfe Abgrenzung derselben von denen des süssen Wassers hervorzuheben. Im Ganzen scheinen nur sehr wenige Geschlechter gleichzeitig im süssen und Salzwasser vertreten zu sein. Unter diesen ist zunächst der proteïschen

*) Ann. d. sc. nat. 3. sér. T. 18.
**) Arch. f. mikr. Anat. II.
***) Monatsber. d. Berliner Akad. 1848.
†) Ebendaselbst u. M. d. Berliner Akad. 1849, sowie Abhandl. d. Berl. Akad. 1872.
††) Proc. acad. Philad. III. 1877.

Gattung Amoeba zu gedenken, von der ich mit Entz*) wohl annehmen möchte, dass sie mit identischen Arten in beiden Gebieten vertreten ist, jedenfalls aber auch im Meer ein häufiges Vorkommen besitzt. Aehnlich scheint sich nur noch Gromia zu verhalten, die Meeres- und Süsswasserformen, ja identische Arten in beiden Regionen aufweist.

Da jedoch eine Reihe von Meeresformen im Stande ist, eine Verminderung des Salzgehaltes bis zu gewissem Grad zu ertragen, umgekehrt dagegen gewisse Süsswasserformen sich an etwas gesalzenes Wasser zu gewöhnen vermögen, so sehen wir solche Meeres- und Süsswasserformen sich in brackischen Gewässern z. Th. begegnen und vermischt leben. So haben die Untersuchungen von Brady und Robertson (89) ergeben, dass in den brackischen Gewässern Grossbrittanniens mehr als ein Drittel der überhaupt vorhandenen marinen Rhizopodengeschlechter vertreten sind und die fehlenden Genera sind z. Th. überhaupt sehr selten oder zweifelhaft. Eine Reihe der gelegentlich vertretenen Formen ist jedoch recht selten, wogegen andere in beträchtlichem Reichthum vorhanden sind. Einige Formen setzen sich sogar bis in Gewässer fort, die zeitweise nur Spuren von Salz enthalten (so Quinqueloculina, Trochammina, Lituola, Truncatulina, Rotalia, Polystomella und Nonionina), ja die beiden letzterwähnten Geschlechter gehen sogar in reines Süsswasser über. Da gewisse Difflugien auch noch in schwach gesalzenes Wasser hineingehen, so treten sie gelegentlich untermischt mit echten Meeresformen auf. Aehnlich hat auch Siddall (114) Difflugien mit Gromia oviformis und Polystomella striatopunctata gemeinschaftlich lebend im brackischen Wasser des Dee angetroffen. Der gleiche Beobachter führt nicht weniger als 62 marine Arten aus dem Brackwasser des erwähnten Flusses auf, doch scheint es mir nicht ganz sicher, ob diese Arten sämmtlich auch wirkliche Bewohner des Brackwassers sind, da die meisten nur als todte Schalen gefunden wurden; die gleiche Bemerkung muss jedoch auch bezüglich der Untersuchungen von Brady und Robertson gemacht werden.**)

Was nun die Lebensweise der marinen Rhizopoden betrifft, so wissen wir von früher, dass ein Theil derselben direct festgewachsen, dauernd seinen Standort auf Steinen, Korallen, Muschelschalen, Seepflanzen etc. beibehält; wir brauchen hier nur an die Geschlechter Carpenteria, Polytrema, Nubecularia und eine Reihe sandschaliger Formen zu erinnern, die exquisite Beispiele dieses Verhaltens darbieten. Eine grosse Zahl anderer Formen hingegen, die sich vorzugsweise in littoralen Regionen entwickelt zeigt, sucht sich gleichfalls einen Wohnort an Seepflanzen, Polypenstöckchen und dergleichen, ohne sich jedoch dauernd zu befestigen, sondern nur vermittels der Pseudopodien sich festhaltend und hinkriechend. Hierher zählen namentlich zahlreiche Imperforata, jedoch auch viele Per-

*) Naturhist. Hefte f. Zoologie etc. v. Nation.-Mus. in Budapest 1877. 4. H.

**) Bezüglich der Veränderungen, welche die Brackwasserformen in ihrem Schalenbau gewöhnlich zeigen, vergl. weiter unten p. 171.

forata, so hauptsächlich die Rotalinen und wohl auch ein ziemlicher Theil der Nummuliniden. Für weitere Formen bildet schliesslich der Meeresgrund den vorzugsweisen Aufenthaltsort; dies gilt wohl ganz besonders für die sandschaligen Formen, jedoch auch zahlreiche kalkschalige. Immerhin ist es schwer, sich nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen ein sicheres Urtheil darüber zu bilden, ob ein solches Leben im Sand und Schlamm der Bodenfläche sehr verbreitet ist, da die meisten Untersuchungen sich eben einfach mit dem Nachweis der todten Schalen begnügten, von denen es doch häufig sehr fraglich erscheint, ob sie da, wo sie zur Deponirung gelangten, auch thatsächlich gelebt haben. Derselbe Umstand beeinflusst jedoch auch unser augenblickliches Wissen von der Tiefenverbreitung der marinen Rhizopoden sehr, da auch die Untersuchungen über diese Verhältnisse sich fast durchaus mit der Constatirung des blossen Vorkommens der Schalen begnügten.

Im Allgemeinen ist zweifellos die marine Rhizopodenfauna in ihrer grössten Mannigfaltigkeit in der littoralen Zone oder doch nur bis zu mässigen Tiefen entwickelt. So gilt dies fast durchaus für die kalkschaligen Imperforata und wenn hier auch einzelne Formen in grosse Tiefen hinabsteigen, wie dies z. B. die Miliolinen z. Th. thun, so sind es gewöhnlich ziemlich verkümmerte Exemplare, die dortselbst angetroffen werden.

Zu sehr grossen Tiefen scheinen im Allgemeinen die sandschaligen Formen hinzuneigen, so gibt Brady (115 I.) für eine ganze Reihe derselben Tiefen von 2000—3000 Faden an, wiewohl auch für eine ziemliche Zahl dieser ein sehr weiter Spielraum der bathymetrischen Verbreitung zu bestehen scheint, da manche von jenen ungeheuren Tiefen bis in verhältnissmässig seichtes Wasser hineinragen, wenn auch die meisten mit ca. 300 Faden ihre obere Grenze erreicht zu haben scheinen. Immerhin finden wir jedoch auch eine gewisse Zahl dieser sandschaligen Formen littoral.

Die Perforaten entwickeln ihre grösste Mannigfaltigkeit in Tiefen bis zu etwa 300 Faden, doch gehen gewisse Formen bis zu sehr grosser Tiefe hinab. So sehen wir Lagena, die ihre Hauptentwickelung in mässiger Tiefe erreicht, auch noch in sehr grossen Tiefen ziemlich reichlich auftreten, und eine Reihe von Geschlechtern sind anscheinend vorzugsweise in den grössten Abgründen entwickelt. Hierher gehören namentlich Orbulina, Globigerina, Pulvinulina, Pullenia und Sphaeroidina.

Es ist nun eine sehr eigenthümliche Erscheinung, dass man sich durch neuere Untersuchungen immer mehr überzeugt hat, dass gerade diese, früher vorzugsweise der Tiefsee zugeschriebenen Formen, auch in sehr geringer Tiefe leben, aber nicht in der nächsten Nähe der Küsten, sondern vielmehr vorzugsweise auf hoher See als pelagische Oberflächenthiere. Diese hochinteressante Erfahrung, durch welche eine ziemliche Reihe von Rhizopodenformen in ihren Lebensverhältnissen plötzlich in nächsten Anschluss an die ihnen ja auch sonst nahe verwandten Radiolarien

gebracht werden, ist jedoch keineswegs so sehr neu, wie es häufig dargestellt wird. Schon d'Orbigny (29) hatte 1839 seine sogen. Nonionina pelagica (= Hastigerina Murrayi Wyw. Thomson) im pacifischen Ocean pelagisch gefischt; später hat hauptsächlich Major Owen*) unsere Kenntniss vom pelagischen Leben einer Reihe von Rhizopodengeschlechtern gefördert, indem er eine ganze Anzahl Globigerinen, fernerhin Orbulina, ausserdem jedoch auch noch die Gattung Pulvinulina mit mehreren Arten an der Meeresoberfläche fischte. Früher schon hatten jedoch auch Macdonald, Wallich, Bailey, Joh. Müller, Pourtalès, Krohn und Häckel einige hierhergehörige Beobachtungen gesammelt. Eine weitere wichtige Vermehrung hat schliesslich unser Wissen von diesen Verhältnissen durch die ausgedehnten Erforschungen der Challengerexpedition erfahren, die gerade der Untersuchung dieser Frage ihr Augenmerk vorzüglich zuwendete. Aus diesen von Brady (115 II.) einer näheren Untersuchung unterzogenen Ergebnissen der Challengerexpedition hat sich nun herausgestellt, dass von den oben erwähnten, für die Tiefsee besonders charakteristischen kalkschaligen Geschlechtern auch noch Pullenia und Sphaeroidina pelagisch gefunden werden. Die Zahl der hiernach überhaupt bis jetzt als pelagisch festgestellten Geschlechter beträgt 9, und zwar gehören diese sämmtlich zu den Perforata und nach der Carpenter'schen Classifikation auch sämmtlich zu der Familie der Globigerinida. Es sind nicht weniger als 6 Arten von Globigerina, 1 Orbulina, 1 (oder 2) Hastigerina, ca. 4 von Pulvinulina und je 1 von Pullenia, Sphaeroidina, Candeina, Cymbalopora und Chilostomella, also im Ganzen ca. 18 Arten.

Unter diesen Formen sind einige, wie Candeina und Chilostomella, sehr selten, wogegen Hastigerina und Cymbalopora zwar an gewissen Orten in grosser Menge auftreten, jedoch eine sehr lokale Verbreitung zeigen. Ueber die besonderen Lebensverhältnisse dieser pelagischen Formen ist bis jetzt kaum etwas festgestellt. Dennoch wollen wir hier auf die Owen'schen Beobachtungen hinweisen, nach welchen diese Wesen den Tag über nicht an der Meeresoberfläche anzutreffen sein sollen, während sie nach Sonnenuntergang erscheinen; auch windiges Wetter soll mehr als Windstille ihr Erscheinen an der Oberfläche begünstigen. Diese Beobachtungen würden demnach darauf hindeuten, dass sie wie die Radiolarien die Fähigkeit besitzen, sich in grössere Tiefe herabzusenken und wieder aufzusteigen. Hiermit steht denn auch in Einklang, dass es durchaus nicht nur die oberflächlichsten Regionen des hohen Meeres sind, in welchen man die erwähnten pelagischen Formen antrifft, sondern auch mehr oder minder tiefe Regionen.

Im Anschluss an diese Beobachtungen hat sich nun, wie leicht begreiflich, eine vielbesprochene Streitfrage über die Lebensweise der genannten Geschlechter erhoben, namentlich im Hinblick auf ihr gleichzeitiges

*) Journ. Linn. Soc. Zool. IX.

Vorkommen in so sehr beträchtlichen Tiefen. Es ist jedenfalls sehr eigenthümlich, dass gerade diese verbreitetsten pelagischen Geschlechter auch zu den gewöhnlichsten Tiefseeformen gehören und sie es hauptsächlich sind, die sich in grossen Mengen in den meisten Oceanen in Tiefen von 250 bis ca. 3000 Faden in Form des sogen. Globigerinenschlammes anhäufen. Die erwähnte Streitfrage ist daher auch als identisch zu betrachten mit der Frage nach der Entstehungsweise des sogen. Globigerinenschlammes.

Bei dem grossen Interesse, welches diese Angelegenheit besitzt, dürften an dieser Stelle einige historische Notizen nicht unerwünscht sein. Die erste Nachweisung einer solchen ausgedehnten, hauptsächlich aus Rhizopodenschalen zusammengesetzten Ablagerung verdanken wir Bailey im Jahre 1848.*) Zunächst wurde dieselbe in mässiger Tiefe gefunden, 1855**) jedoch konnte ihre Verbreitung im nordatlant. Ocean in Tiefen von 1000—2000 Faden von dem gleichen Forscher constatirt werden. Seit dieser Zeit ist dann die Bildung einer solchen Ablagerung noch in weiterer Verbreitung festgestellt worden und haben wir hauptsächlich wieder durch die Challengerexpedition einen Einblick in die geographische Verbreitung und die Tiefenverhältnisse derselben erhalten.***) Hieraus geht hervor, dass die Bildung dieses Globigerinenschlammes im pacifischen Ocean eine beschränktere ist, wie im atlantischen, dass im ersteren seine Verbreitung hauptsächlich zwischen 50° s. Br. und 10° n. Br. eingeschlossen ist, während er im letzteren im offenen Ocean stets bis zu 1800 Faden Tiefe in unregelmässig begrenzten Territorien sich vorfindet, wogegen seine Ausdehnung auf grössere Tiefen von bis jetzt noch unbekannten, besonderen Bedingungen abhängig scheint.

Die Frage über die Entstehungsweise dieses Globigerinenschlammes wurde nun entweder in der Weise beantwortet, dass man die pelagischen Formen allmählich nach ihrem Absterben zu Boden sinken liess, während nach der Ansicht der Gegner die betreffenden Rhizopodenformen, also hauptsächlich Orbulina und Globigerina, auf dem Meeresboden jener Tiefen selbst leben über dem Leichenhaufen ihrer Millionen von Brüdern, die ihnen in den Tod vorangingen. Die Entscheidung dieser Frage hat ihre grossen Schwierigkeiten und es darf wohl, ohne dass wir hier die ganze stattliche Reihe von Gründen und Gegengründen, die im Laufe der Zeit beigebracht worden sind, sämmtlich aufführen, zunächst anerkannt werden, dass bis jetzt eine ganz sichere Lösung derselben nicht möglich scheint. Dass die Schalenreste der abgestorbenen pelagischen Formen zu Boden sinken und hier zur Bildung dieses Schlammes beitragen, ist eine Sache, die sich wohl von selbst erklärt, um so mehr, als wir in demselben Schlamm häufig noch Schalenreste anderer pelagischer Thier- und Pflanzen-

*) Smithson. contribut. II. 1851.
**) S. Americ. journ. 2. s. XXIII.
***) Proc. roy. soc. XXV.

formen, wie Radiolarien und Diatomeen, antreffen. Es bleibt also hauptsächlich die Frage übrig, ob die erwähnten Geschlechter neben ihren pelagischen Formen auch Tiefseearten umfassen, oder ob dieselben Arten für beiderlei Lebensbedingungen eingerichtet sind. Was den ersten Punkt betrifft, so scheint es nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen einigermaassen sicher, dass wenigstens von Globigerina und Pulvinulina (auch Sphaeroidina und Pullenia) gewisse Arten der Tiefsee ausschliesslich eigenthümlich sind, woraus also die Folgerung gezogen werden darf, dass jene Geschlechter beiderlei Lebensbedingungen gerecht werden können. Immerhin ist jener Punkt nicht so ganz sicher zu entscheiden, da einmal die Beobachtungen über pelagische Formen keine allzuausgedehnten sind und andererseits jene Tiefseeformen bis jetzt keineswegs mit Sicherheit im lebenden Zustand constatirt wurden. Letzteres gilt jedoch überhaupt für die Rhizopoden des Globigerinenschlammes. Zwar haben Ehrenberg, Wallich*) und neuerdings auch Brady (115 II.), wie auch andere, z. Th. noch eine deutliche und frisch erscheinende Sarkodeerfüllung gefunden; dagegen ist es bis jetzt durchaus nicht gelungen, wirkliche Lebens- und namentlich Bewegungserscheinungen jener Sarkodekörper wahrzunehmen, denn die von Wallich angeblich gesehenen, hügelartigen, kleinen Pseudopodien scheinen in dieser Frage von keiner entscheidenden Bedeutung zu sein. Wenn wir die Erfahrungen M. Schultze's berücksichtigen, der eine grosse Resistenz und sehr langsame Zerstörung des Sarkodekörpers auch nach dem Tode beobachtet hat (53), so scheint überhaupt der mehrfach erbrachte Nachweis einer Sarkodeerfüllung nur mit Vorsicht verwerthet werden zu dürfen. Durch Wallich und Brady ist ferner hauptsächlich darauf aufmerksam gemacht worden, dass dieselben Arten in der Tiefe durchschnittlich eine bedeutendere Grösse und dickere Schalen besitzen, wie an der Oberfläche, dass es daher nicht wohl möglich sei, die ersteren von den letzteren herzuleiten; doch scheint mir auch dieser Punkt nicht durchaus beweisend zu sein, da gerade die allmähliche Grössenzunahme in Verbindung mit der Verdickung der Schalenwände das allmähliche Sinken der Oberflächenthiere hervorrufen kann, ohne dass dieselben dadurch sofort ihr Leben und Weiterwachsthum einbüssten und hieraus der grössere Reichthum des Bodens an grossen und dickschaligen Formen sich vielleicht erklären liesse. Eine derartige, gewissermaassen zwischen den beiden Extremen vermittelnde Ansicht hat noch Carpenter**) ausgesprochen, der übrigens an der Lebensfähigkeit der Tiefseeglobigerinen nicht zweifelt, jedoch der Annahme zuneigt, dass die jungen Globigerinen an die Oberfläche aufstiegen, hier eine Zeit lang lebten und alsdann wieder zu Boden sänken; eine Ansicht, die wohl kaum recht plausibel erscheinen dürfte, wenn man sich eine Vorstellung von den Schwierigkeiten

*) The north atlantic seabed. Lond. 1862. Deep-sea researches on the biology of Globigerina. Lond. 1876.

**) Proc. roy. soc. XXIII.

und der Dauer der Reise, welche diese jugendlichen Globigerinen durch die 1000—2000 Faden hohe Wasserschicht zu unternehmen hätten, macht.

Lassen wir daher hier diese Angelegenheit einstweilen, bis sicherere Beweise nach einer oder der anderen Richtung beigebracht sind, auf sich beruhen, und heben wir nur noch hervor, dass von den Forschern, die sich eingehender mit dieser Frage beschäftigt haben, Ehrenberg, Wallich, Huxley und, wie erwähnt, auch Carpenter und Brady, für die Lebensfähigkeit der Rhizopoden des Globigerinenschlammes (natürlich nur der oberflächlichsten Schicht desselben) eintreten, wogegen schon Bailey die späterhin hauptsächlich von den Gelehrten der Challengerexpedition, Wyw. Thomson und Murray*) vertheidigte Ansicht von der ursprünglich pelagischen Lebensweise der Rhizopodenformen des Globigerinenschlammes, ausgesprochen hat.

Nur selten scheint der Rhizopodenorganismus sich an parasitische Lebensweise gewöhnen zu können und die bis jetzt bekannt gewordenen, hierherzurechnenden Fälle gehören fast ausschliesslich den Amöben an. Diese scheinen in der That ziemlich häufige Parasiten sowohl bei Wirbelthieren als Wirbellosen zu sein, wenn auch in manchen der bekannt gewordenen Fälle die Amöbenformen möglicherweise als eine Entwickelungsstufe gregarinenartiger Parasiten angesprochen werden dürften. Der gewöhnliche Aufenthaltsort solcher parasitischer Amöben scheint der Darmkanal zu sein, hier sind sie bei Wirbelthieren sowohl als Wirbellosen gelegentlich in recht beträchtlicher Menge beobachtet worden. Im Dickdarm des Menschen scheint die sogen. Amoeba Coli Lösch**) sogar unter gewissen Umständen recht nachtheilige Wirkungen hervorrufen zu können und wenigstens ein schon vorhandenes Darmleiden sehr zu verschärfen im Stande zu sein. Bei Kaninchen***) und namentlich Fröschen†) sind gleichfalls gelegentlich solche Darmamöben beobachtet worden und im Darm der Insekten, so hauptsächlich der so parasitenreichen Schaben††) hat sich ebenfalls die Anwesenheit ansehnlicher Amöben mehrfach constatiren lassen.

Ueber den Parasitismus beschalter Formen liegen bis jetzt kaum sichere Beobachtungen vor, doch gibt E. Buck†††) an, das Lecythium hyalinum parasitisch sowohl in verschiedenen Rädertbieren, Cyclopslarven und Infusorien, als auch den Zellen von Süsswasserpflanzen beobachtet zu haben. Innerhalb der erwähnten Thiere sollen die in Form der früher geschilderten Sporen eingedrungenen Lecythien eine so grosse Verwüstung anrichten, dass sie den Tod derselben bald

*) Siehe Proc. roy. soc. XXII—XXV.

**) Lösch, Arch. f. pathol. Anat. 65, siehe namentlich auch Leuckart, Die Parasiten des Menschen II. Aufl.

***) Waldenberg, Arch. f. pathol. Anat. 40.

†) Lieberkühn, Arch. f. An. u. Phys. 1854.

††) Bütschli, Zeitschr. f. wiss. Zool. XXX.

†††) Z. f. w. Z. XXX.

herbeiführen, worauf sie wieder zum freien Leben übergehen.*) Auch die eigenthümliche Chlamydomyxa lebt nach Archer**) in ihrer Jugend parasitisch im Zellgewebe von Süsswasserpflanzen und soll hier wiederholte Encystirungen durchmachen.

β. Nahrungsverhältnisse der Rhizopoda.

Da wir die Art der Nahrungsaufnahme unserer Thiere schon bei früherer Gelegenheit hinreichend charakterisirt haben, so bleibt uns hier hauptsächlich noch die Natur der Nahrung zu betrachten übrig. In dieser Hinsicht lässt sich im Allgemeinen wenig sagen, jedoch scheinen im Ganzen die Rhizopoda ihre Nahrung vorzugsweise aus dem Pflanzenreich zu entnehmen. Einzellige kleine Pflänzchen, wie Diatomeen, Protococcen und dergleichen, jedoch auch Detritus und Theile mehrzelliger Pflanzen, hauptsächlich Algen, machen wohl ohne Zweifel die Hauptmasse der Rhizopodennahrung aus, und zwar ebensowohl der Formen des süssen Wassers, wie der marinen. Namentlich letztere scheinen nach den Beobachtungen von M. Schultze besonders auf Diatomeen angewiesen zu sein. Abweichende Fälle sind natürlich hier ebensowohl, wie anderwärts vertreten, wir brauchen nur auf die obenerwähnten Vorkommnisse von Parasitismus hinzuweisen, wie ja auch die gelegentliche Aufnahme kleiner Protozoën als Nahrung keineswegs ausgeschlossen ist.

Besondere Schwierigkeiten scheint die Frage nach der Ernährungsweise der Rhizopoden der Tiefseegründe zu bereiten, was denn auch zu der Aufstellung sehr eigenthümlicher Ansichten geführt hat. Der nächste Weg zur Lösung dieser interessanten Frage wäre natürlich die genaue Untersuchung des Protoplasmaleibes solcher Formen, woraus sich ergeben dürfte, ob und welche Art geformter Nahrung dieselben zu sich nehmen. Bis jetzt scheinen jedoch gesicherte Beobachtungen hierüber kaum vorzuliegen. Da nun bis jetzt anscheinend keine geeignete Nahrung in jenen Tiefseegründen für unsere Rhizopoden aufgefunden wurde, so haben einige englische Forscher, wie Wallich, Wyw. Thomson***) und Carpenter†) die Ansicht ausgesprochen, dass dieselben wohl überhaupt nicht mit fester, sondern flüssiger Nahrung ihr Leben fristeten. Im Speciellen hat Wyw. Thomson sich die Existenz flüssiger Nahrung in jenen Tiefseegründen etwa in der Art vorgestellt, dass durch das beständige Absterben so grosser Massen mariner Organismen und die allmähliche Zerstörung und Lösung derselben, das Meerwasser stets eine zur Ernährung dieser Formen hinreichende Quantität gelöster organischer

*) Die von Lambl (Aus dem Franz-Joseph-Kinder-Spitale Bd. I.) angeblich im Darmschleime eines Kindes gefundenen Arcellen und Difflugien, werden ohne Zweifel das Resultat einer Täuschung gewesen sein.

**) Qu. journ. micr. sc. XV.

***) The depth of the sea. Lond. 2. ed. 1874.

†) Proc. roy. soc. XIX. p. 155.

Substanzen enthalte, ja, wie er sich auch ausdrückt, gewissermaassen eine sehr verdünnte Lösung von Protoplasma darstelle.

Mir scheint eine solche Theorie sehr wenig plausibel, hauptsächlich wegen der grossen Verschiedenheit, die sie zwischen so nahe verwandten Formen hinsichtlich der Ernährungsverhältnisse aufzustellen sucht, auch glaube ich nicht, dass thatsächlich so grosse Schwierigkeiten für die Erklärung der Ernährungsverhältnisse der Tiefseerhizopoden existiren. Wie schon Möbius*) sehr wahrscheinlich gemacht hat, dürfen wir voraussetzen, dass die Zerfallsmassen der abgestorbenen Thier- und Pflanzenbewohner der seichteren Küstenregionen allmählich nach der Tiefe geführt werden;**) andererseits existirt ja auch in jenen Tiefseeregionen noch thierisches Leben höherer Ausbildungsstufe, von dessen Zerfallsprodukten wohl die Ernährung jener Tiefseerhizopoden vor sich gehen kann, ohne dass wir auf jene Ausflucht der flüssigen, gelösten Nahrungsstoffe zu recurriren nöthig hätten.

Wie leicht begreiflich, steht diese Frage im innigsten Zusammenhang mit jener früher erörterten: nach der Lebensweise jener massenhaften Tiefseerhizopoden des sogen. Globigerinenschlammes. Wird, wie wir dies für sehr wahrscheinlich halten, zugegeben, dass wenigstens ein grosser Theil der Rhizopoden jenes Tiefenschlammes ursprünglich von der Oberfläche herstammt und dass die Sarkode noch z. Th. wohl erhalten mit nach jenen Tiefen gebracht wird, so dürfte hiermit eine Erklärung für die Ernährung nicht nur zahlreicher Tiefseerhizopoden, sondern auch höher organisirter Tiefseethiere gegeben sein.***) Auch mag es nicht ganz unwahrscheinlich sein, dass auch der protoplasmatische Leib noch weiterer einzelliger Oberflächenorganismen, wie z. B. der Diatomeen, gleichfalls ähnlich widerstandsfähig ist und auch durch diese in gleicher Weise die Ernährung der Tiefseethiere gefördert wird.

γ. Abhängigkeit der Organisation von äusseren Lebensbedingungen.

Bezüglich dieser, in der Neuzeit mit besonderem Interesse verfolgten Verhältnisse haben die Rhizopoden bis jetzt nur wenig Bemerkenswerthes erkennen lassen. Immerhin sind einige Punkte zur Sprache gekommen, die hier kurz berührt werden mögen.

*) Z. f. wiss. Zool. XXI.

**) Durch die Challengerexpedition wurde in einer ganzen Reihe von Beobachtungen festgestellt, dass thatsächlich Theile von Land- oder Uferpflanzen bis zu Tiefen von 1400 Faden und in weite Entfernung von den Küsten herabgeführt werden. Aehnliches haben auch die Tiefenuntersuchungen von A. Agassiz an der Küste von Florida ergeben. (Vergl. Moseley, Notes of a natur. on the Challenger p. 583 ff.)

***) Ganz ähnlich spricht sich auch Moseley an eben citirtem Ort aus. Er hat sich von der lange conservirenden Eigenschaft des Meerwassers gleichfalls an Salpen überzeugt und schätzt nach von ihm angestellten Beobachtungen die Zeit, die eine mässig grosse Salpe gebrauche, um bis zu einer Tiefe von 2000 Faden zu sinken, auf etwa 4 Tage und 4 Stunden, während die Erhaltungsfähigkeit der todten Salpe in Seewasser eine vielmal längere ist.

Nach einer Reihe von Erfahrungen scheint die Meerestiefe nicht ohne Einfluss auf die Bildungsverhältnisse, namentlich die Grössenentwickelung gewisser mariner Rhizopoden zu sein. Im Allgemeinen scheinen z. B. die vorzugsweise in geringerer Tiefe einheimischen und hier ihre reichste und höchste Entwickelung erreichenden Imperforaten in grösserer Tiefe zu verkümmern und kleiner zu werden. Auch für manche Geschlechter der Perforata scheint sich Aehnliches zu zeigen. Etwas zweifelhaft muss jedoch bis jetzt noch der nähere Grund dieser Verkümmerung in der Tiefe bleiben. Nach den Ergebnissen der neueren Tiefseeforschungen hat es nämlich den Anschein, als wenn diese Erscheinung eher auf die Temperatur-, als auf die gesteigerten Druckverhältnisse in jenen grösseren Tiefen zurückführbar wäre. Es haben sich nämlich in recht beträchtlichen Tiefen (600 Faden) sehr grosse Exemplare von Cornuspira, Biloculina und Cristellaria gefunden, jedoch in wärmeren Meeren, so dass hieraus mit Carpenter,*) wie gesagt, eher die Abnahme der Temperatur als wesentlicher Grund für die erwähnte Verkümmerung angenommen werden darf.

Verändernd wirkt ferner, wie die directe Beobachtung ergeben hat, die Abnahme des Salzgehaltes auf die marinen Rhizopoden ein, und zwar vorzugsweise auf die Schalenbildung, der jedoch wohl auch hauptsächlich die Aufmerksamkeit zugewendet wurde. Die hierhergehörigen Ergebnisse haben sich bei der Untersuchung der im Brackwasser lebenden Rhizopoden feststellen lassen und sind, wie wir schon früher zu bemerken Gelegenheit hatten, hauptsächlich Brady (89) und Siddall (114) zu verdanken.

Im Allgemeinen scheint sich aus denselben zu ergeben, dass die kalkschaligen Formen mit der Abnahme des Salzgehaltes an Kalkgehalt der Schale Einbusse erleiden. Entweder zeigt sich dies nur in einer Abnahme der Wandstärke der Schalen, oder aber in völligem Verluste kalkiger Imprägnation. Die Schale wird rein chitinös, wie solches bei gewissen Miliolinen beachtet worden ist. Auch gewisse sandschalige Formen, wie Trochammina inflata Mntg., sollen unter diesen Verhältnissen das kalkige Schalencement mehr und mehr verlieren, womit gleichzeitig auch die Incrustirung durch Fremdkörper sich vermindert, so dass auch hier schliesslich die Schale völlig chitinös werden soll.

Von beiden englischen Forschern wird ferner noch angeführt, dass zuweilen bei den Brackwasserformen eine grüne Färbung des Thierleibes durch Chlorophyll zu bemerken sei, eine Erscheinung, die wohl wahrscheinlicher chlorophyllhaltiger Nahrung, als endogener Erzeugung von Chlorophyll zuzuschreiben sein dürfte.

Schon früher**) haben wir der Versuche Wallich's gedacht, bei den Difflugien auch die allgemeinen Gestaltungsverhältnisse der Schalen von

*) A. m. n. h. 4. IX. p. 287.

**) S. pag. 130.

äusseren Bedingungen herzuleiten und uns schon gegen die Durchführbarkeit dieses Versuches erklärt.

8. System der Rhizopoda.

α. Historische Entwickelung.

Bekanntlich herrschten bis zu Dujardin's bahnbrechenden Untersuchungen von 1835 und 1841 gänzlich verfehlte Vorstellungen über die Natur und daher auch die Verwandtschaftsverhältnisse der marinen Rhizopoden, so dass wir erst von dieser Zeit an die Aufstellung eines natürlichen Systemes der hierhergehörigen Organismen erwarten dürfen. Was zunächst die Ordnung als solche betrifft, so hat, wie gesagt, erst Dujardin die Zusammengehörigkeit der Süsswasser- und Meeresformen erkannt und sie in seinem System von 1841 (35) in zwei Familien direct neben einander unter seine II. Ordnung der Infusoires non symétriques ou asymétriques, die unseren Sarkodina entspricht, gestellt. Die beiden Familien der Amibiens und Rhizopodes sind in einem besonderen Paragraphen im Gegensatz zu dem damals einzig bekannten Genus Actinophrys der Heliozoa vereinigt (wozu jedoch unrichtiger Weise auch noch die Acineten gesellt wurden). 1848*) vereinigte v. Siebold jedoch die beiden Dujardin'schen Familien zu einer Klasse der Rhizopoda, unter welchen er wohl auch die damals bekannten Heliozoën einbegriff. M. Schultze (53) fasste seine Rhizopoda in dem Sinne, wie wir dies in diesem Buche festgehalten haben, obgleich er hierzu einmal durch die Nichtkenntniss der Radiolaria, andererseits durch Zweifel an der Selbstständigkeit der Actinophryen bestimmt wurde. Späterhin, nach genauerer Bekanntschaft mit den Radiolarien durch die Untersuchungen Joh. Müller's, wurden auch diese letzteren, sowie die Heliozoa, sehr allgemein mit unseren Rhizopoda zu einer Klasse Rhizopoda vereinigt, so von J. Müller,**) Claparède und Lachmann (60), Häckel,***) Carpenter etc., wogegen wir uns hier erlaubt haben, die Bezeichnung Rhizopoda mehr in dem alten Sinne Dujardin's wieder nur auf einen Theil der Pseudopodien entwickelnden Protozoën zu beschränken und nur in dem geringfügigen Umstand von Dujardin abzuweichen, dass wir die kleine Dujardin'sche Familie der Amöben gleichfalls mit den Rhizopoden vereinigen. Diese Beschränkung der Bezeichnung Rhizopoda kann um so mehr als gerechtfertigt erscheinen, als die Bedeutung des Ausdrucks im Ganzen doch noch mehr für die von uns hier zusammengefasste Gruppe als für die Radiolaria und gar Heliozoa zutreffend erscheint.

Den häufigen Versuch, die d'Orbigny'sche Bezeichnung der marinen Rhizopoden als Foraminifera, die noch von der unrichtigen Vergleichung

*) Lehrbuch der vergleichenden Anatomie wirbelloser Thiere von Siebold.

**) Abh. d. Berl. Ak. 1858.

*** Monogr. d. Radiolaria. 1862.

dieser Formen mit den Cephalopoden hergenommen ist, auf die Gesammtheit unserer Rhizopoda auszudehnen, halten wir für wenig nachahmenswerth, da dieser Name, abgesehen von seiner ursprünglichen Verfehltheit, für eine ganz ansehnliche Reihe von Formen in keiner Weise irgend eine Bedeutung besitzen kann.

Nachdem wir uns so über die Ordnung als solche orientirt haben, fragt es sich, wie dieselbe in grössere Untergruppen oder Unterordnungen zerlegt wurde und auch hierfür finden wir die ersten Andeutungen, denen wir noch heute folgen, bei Dujardin. Es sind die beiden Familien Dujardin's, die wir zu unserer „Rhizopoda" zusammenziehen, nämlich die Amibiens und die eigentlichen beschalten Rhizopoden, welche auch wir, zunächst aus mehr praktischen wie zwingenden, natürlichen Gründen, in gleicher Weise unterscheiden. Aehnlich hat auch schon M. Schultze seine Rhizopoda in 2 Unterabtheilungen, nämlich Nuda und Testacea, zerfällt. Dieselben beiden Abtheilungen treten uns auch späterhin wieder in dem System von R. Hertwig als Unterabtheilungen der Rhizopoda (im weiteren Sinne) entgegen, nur hat Hertwig die Testacea Schultze's in Thalamophora umgewandelt.*)

Häufig wurde der Versuch gemacht, die mit contractilen Vacuolen und nach den früheren Untersuchungen auch allein mit Kernen versehenen Süsswasserrhizopoden schärfer von den marinen Formen zu scheiden; so hat schon Joh. Müller 1858 die Ersteren (einschliesslich Actinophrys) als Infusoria rhizopoda sämmtlichen übrigen Rhizopoda (seinen Rhizopoda genuina) gegenübergestellt; auch Claparède fasste diese Süsswasserformen als Ordn. Proteina seiner Rhizopoda (= Sarkodina) zusammen, erhob aber gleichzeitig auch die Gromida neben den übrigen marinen Formen (seinen Foraminifera) zu einer besonderen Ordnung. Bei Stein (und Reuss)**) treten die Claparède'schen Rhizopoda proteina neben den Foraminifera d'Orb. als die beiden Ordnungen unserer Rhizopoda gleichfalls auf, während Häckel 1862 diese Proteina als Rhizopoda sphygmica (mit contractiler Blase) von den Rhizopoda asphycta (ohne solche Blase) unterschied.

Ein anderes Eintheilungsprincip ist von Carpenter 1862 (74) geltend gemacht worden. Er zerlegt unsere Rhizopoda nach der Beschaffenheit ihrer Pseudopodien in die beiden Abtheilungen der Lobosa und Reticularia. Auch F. E. Schulze (101. VI.) adoptirt diese Untertheilung, die überhaupt viel Anklang gefunden hat. Wir haben schon früher mit Hertwig und Lesser***) darauf hingewiesen, dass wir wegen der Unmöglichkeit, eine auf diesem Princip beruhende Scheidung mit einiger Schärfe durchzuführen, der Eintheilung in Amoebina (oder Nuda) und Testacea (oder Thalamophora) den Vorzug geben, wenn wir auch gestehen müssen, dass diese Eintheilung ebensowohl auf Schwierigkeiten stösst, wie die

*) Vergl. Jenaische Zeitschr. X. und Organismus der Radiolarien. 1879.
**) (65).
***) S. (99).

erstere. Wir verlassen hiermit die Betrachtung des Entwickelungsganges der systematischen Bestrebungen auf dem Gebiet der Rhizopoda und werden dieselbe späterhin bei der Charakterisirung der Untergruppen noch weiter fortzusetzen haben.

Es bleibt uns jedoch noch eine wichtige, allgemein systematische Frage zur Erörterung übrig, nämlich die nach dem Umfang und der Constanz des Artbegriffes im Bereich der Rhizopoda. Aus den Erfahrungen zahlreicher Erforscher der verschiedenen Abtheilungen der Protozoënwelt, scheint im Allgemeinen hervorzugehen, dass die Beständigkeit der Artcharaktere auf dieser niedersten Stufe thierischen Lebens nicht viel geringer ist, als bei den höheren Gruppen. Es hat sich dies speciell auch durch die älteren und neueren, recht zahlreichen Erfahrungen über die Rhizopodenfauna des süssen Wassers bewährt. Hier erkennen die meisten Forscher eine ziemliche Beständigkeit der Artcharaktere und hiermit die Möglichkeit, Arten überhaupt mit einiger Schärfe zu unterscheiden, an. Sehen wir ab von so proteischen und in keiner Weise ausreichend studirten Formen wie die Amöben, so bleibt uns nur ein Süsswassergenus, wo ähnlich, wie dies durch Parker, Jones und Carpenter für die marinen Formen festgehalten wird, eine Unterscheidung von scharfbegrenzten Arten überhaupt nicht möglich sein soll, nämlich bei Difflugia nach den Untersuchungen von Wallich.*) Dieser Forscher will nicht nur die eigentlichen Difflugien, sondern auch die Angehörigen der Gattungen Quadrula und Arcella sämmtlich zu einer Art gerechnet wissen, da alle die verschiedenen Formen durch Uebergänge aufs innigste mit einander verknüpft seien. So wenig nun auch die grosse Variabilität in der eigentlichen Gattung Difflugia geleugnet werden kann, wie dies auch schon Lachmann**) hervorhob, so kann man doch nur mit Archer***) die Ansichten von Wallich für viel zu weit gehend erachten, ja es dürften sich in der Gattung Difflugia selbst doch wohl noch einigermaassen fixirte Arten unterscheiden lassen. Wie schon gesagt, ist jedoch die Lehre von der Unmöglichkeit der Artunterscheidung in dem gewöhnlichen Sinne zuerst durch Parker, Jones und Carpenter für die marinen Rhizopoden geltend gemacht worden (73). Nach den sehr ausgedehnten Erfahrungen dieser Forscher ist die Unterscheidung distincter Arten eine völlige Unmöglichkeit, wenigstens in dem Sinne, in welchem der Artbegriff bei höheren Abtheilungen gewöhnlich aufgefasst wird. Die einzig mögliche Art der systematischen Gruppirung der so variablen marinen Formen sei die Zusammenfassung und Aneinanderreihung der um eine besonders ausgesprochene Form sich gruppirenden mehr oder minder abweichenden Gestalten zu einer generischen Abtheilung, in welcher dann z. Th. noch eine Anzahl von Subgenera zu unterscheiden sein dürften. Handelte es

*) A. m. n. h. 3. XIII.

**) Verh. d. nat.-hist. Vereins d. preuss. Rheinl. XVI.

***) Qu. journ. micr. sc. VI. p. 185.

sich um eine thatsächliche Feststellung der mit den Species höherer Abtheilungen zu vergleichenden Formreihen der marinen Rhizopoden, so seien dies jene generischen Abtheilungen, jedoch nicht die von früheren Autoren beschriebenen Arten, noch die auch noch weiterhin, aus praktischen Gründen, mit binomischen Bezeichnungen belegten, specielleren, schwankenden Formen, sondern es hätten diese letzteren höchstens den Werth von Varietäten. Wie schon hieraus hervorgeht, konnten die genannten englischen Forscher doch nicht vermeiden, aus mehr praktischen Gründen ihre umfassenden, sogen. generischen Abtheilungen in eine grosse Anzahl von sogen. Arten und häufig auch Subgenera zu zerlegen.

Auf dem Continent, wo namentlich von Seiten der Paläontologen das Studium der fossilen Schalenreste der Rhizopoda mit grossem Eifer betrieben wurde, hat sich diese Auffassung der englischen Forscher niemals rechten Beifall erworben, sondern dieselben haben (wie Reuss, Gümbel, Schwager und Andere) an der früheren Auffassung und Unterscheidung der Arten festgehalten.

Es ist nicht zu leugnen, dass durch diese Verschiedenheit der Auffassungen die systematische Bearbeitung der marinen und fossilen Rhizopoden eine z. Th. sehr verwirrte geworden ist, so dass von dem einen Forscher eine Formreihe mit der binomischen Bezeichnung der Art versehen wird, die von Anderen kaum als Varietät betrachtet wird, oder von denselben Forschern heute Varietäten zu Arten gemacht werden, die ein anderes Mal wieder eingezogen werden. Auch die Anwendung der sogen. subgenerischen Bezeichnungen wird sehr frei gehandhabt, so dass, wie bemerkt, die Verwirrung der Synonymik und die Unsicherheit der Feststellung der sogen. Arten auf unserem Gebiet wohl einen so hohen Grad erreicht hat, wie es kaum in einer anderen Abtheilung der Thierwelt der Fall sein dürfte. Dass unter solchen Bedingungen Aufgaben, wie die Ermittelung der geographischen Verbreitung oder der paläontologischen Entwickelung auf bis jetzt kaum zu bewältigende Hindernisse stossen müssen, dürfte ohne weitere Auseinandersetzungen genügend erhellen.

Bevor wir zu der speciellen systematischen Betrachtung der Rhizopoden übergehen, möge hier noch mit wenigen Worten die Mannigfaltigkeit der Ausbildung dieser Gruppe durch einige Zahlenangaben etwas näher erläutert werden. Nach den von mir gefertigten Zusammenstellungen erhebt sich die Zahl der bis jetzt mit hinreichender Sicherheit unterschiedenen lebenden Arten (die Art in dem oben näher erläuterten Sinne aufgefasst) auf ca. 650—700. Die Vertheilung derselben auf Süsswasser und Meer ergibt sich folgendermaassen: ca. 100 Arten gehören dem Süsswasser oder überhaupt dem Festlande an, während auf die Meeresfauna ca. 550 bis 600 Arten zu rechnen sind.*) Ich habe mich bei dieser Zusammen-

*) Die Zahl der zu den einzelnen systematischen Abtheilungen gehörigen Arten ergibt sich dem Leser leicht aus den für die einzelnen Gattungen, soweit es möglich war, namhaft gemachten Artzahlen.

stellung auf die lebenden Arten beschränkt, weil dieselben unser Interesse hier zunächst in Anspruch nehmen und weil eine entsprechende, einigermaassen kritische Sichtung der ausgestorbenen Formen bei dem oben erwähnten Stand der Dinge Schwierigkeiten bereiten würde, die in keinem Verhältniss zu dem zu erzielenden, ohne Zweifel doch sehr problematischen Resultate stünden.

β. Uebersicht des Systemes der Rhizopoda mit kurzer Charakteristik der Abtheilungen bis zu den Gattungen hinab.

Ordnung Rhizopoda, Dujard. (1835) 1841, emmend. Bütschli.

Rhizopodes + Amibiens Duj. 1841, Rhizopoda v. Siebold 1848, Rhizopoda M. Schultze 1854, Infusoria rhizopoda + Polythalamia Joh. Müller 1858, Proteina pr. p. + Gromida + Foraminifera Claparède 1858; Stein (Reuss) Rhizopoda proteina + Foraminifera 1861; Amoebidae + Acyttaria Häckel 1862; Lobosa + Reticularia Carp. 1862; Moneres pr. p. + Labyrinthulea (?) + Protoplasta (— Gregarina) + Acyttaria Häckel 1868; Sarkodina (— Heliozoa) Hertwig u. Lesser 1874; Lobosa + Reticularia + Rhizopoda innucleata pr. p. F. E. Schulze 1877; Moneres pr. p. + Amoebina + Thalamophora R. Hertwig 1879.

I. Unterordnung Amoebaea, Ehrbg. 1830.

Amoebina Duj. 1841, v. Siebold 1848, Nuda M. Schultze 1854, Infusoria rhizopoda Joh. Müller 1858, Amoebina pr. p. Claparède 1858; Gymnica pr. p. Stein 1861, Amoebidae pr. p. Häckel 1862, Amoebina pr. p. Carpenter 1862, Gymnomoneres pr. p. + Gymnamoeba pr. p. Häckel 1866; Rhizopoda innucleata pr. p. + Amoebidae F. E. Schulze 1877; Gymnomoneres + Gymnamoebae Hertwig 1879.

Char. Nackte Rhizopoda von meist unbeständig wechselnder Gestalt, mit Pseudopodien von loboser oder reticulärer, selten hingegen mehr strahlenartiger Bildung. Mit oder ohne Kerne und contractilen Vacuolen.

1. Familie. Amoebaea lobosa.

Char. Pseudopodien von loboser Gestaltung oder doch ohne Netzbildung. (Die Scheidung dieser Formen von der folgenden Familie mit reticulaten Pseudopodien wird sich ebensowenig durchführen lassen, als solches bei den beschalten Formen der Fall ist, dennoch glaube ich diese Sonderung einer etwaigen Theilung in Nucleata und Innucleata vorziehen zu sollen.)

Protamoeba, Häckel 1866 (84); Maggi (R. Istit. Lomb. Rendic. X.), Mereschkowsky (118).

Lobose, kleine Amöben ohne Kern und contractile Vacuolen. Fortpflanzung angeblich nur durch Zweitheilung im beweglichen Zustand. Süsswasser und Meer. Zahl der unterschiedenen Arten ca. 4—6.

Gloidium, Sorokin 1878 (Morph. Jahrb. IV.).

Unterschieden von Protamoeba durch Besitz von contractiler Vacuole und die Fortpflanzung durch simultane Viertheilung im beweglichen Zustand. Encystirung ohne Vermehrung beobachtet. Süsswasser. 1 Art.

Amoeba, Aut. (emmend. Bütschli) (II. 1—5); Auerbach, Z. f. w. Z. VII.; Wallich, A. m. n. h. 3. XI. XII.; Carter, ibid. XII.; Greeff, Arch.

f. mikr. A. II.; Leidy, Proc. Ac. Philad. 1874, 77; Frommentel, Étud. sur les microzoaires etc. Paris 1874; Mereschkowsky (118).

Synon. Proteus Rösel und O. F. Müller pr. p., Corycia Dujard. (?), Trichamoeba Frommentel pr. p., Oouramoeba Leidy pr. p., Lithamoeba R. Lankester (Qu. journ. micr. sc. 1879).

Kernhaltig; stumpf lobose, selten etwas verästelte oder spitzige und zerschlitzte Pseudopodien. Zuweilen auch ohne eigentliche Pseudopodienentwickelung sich fliessend bewegend. Contractile Vacuolen vorhanden. Fortpflanzung durch Zweitheilung im beweglichen Zustand. Encystirung bis jetzt ohne Vermehrung beobachtet. Süsswasser und Meer. Zahl der unterschiedenen Arten sehr beträchtlich, von denen jedoch höchstens etwa ein Dutzend einigermaassen wohl charakterisirt erscheinen.

? Chaetoproteus, Stein 1857 (Sitz.-B. d. k. böhm. Ak. X.).

Synon. Dinamoeba Leidy (Proc. acad. Phil. 1874, 77).

Von Amoeba durch Besatz der Leibesoberfläche und der Pseudopodien mit kurzen, stachelartigen Fortsätzen unterschieden. Süsswasser. 1 oder 2 Arten. (Fraglich, ob von Amoeba zu trennen.)

Hyalodiscus, Hertwig und Lesser 1874 (99).

Synon. Amoeba (Guttula) Duj. und Auerbach.

Scheibenförmig, ohne Entwickelung eigentlicher Pseudopodien sich fliessend bewegend mit Erhaltung der Gestalt. Kern und contractile Vacuolen (ob immer?) vorhanden. Süsswasser. 1—2 Arten.

Plakopus, F. E. Schulze 1875 (101) (II. 14).

Synon. Hyalodiscus Mereschkowsky (118).

Statt der gewöhnlichen Pseudopodien Entwickelung schwimmhautartiger Plattenfortsätze, die sich allseitig erheben können und in geraden Kanten zusammenstossen. Zuweilen jedoch auch in hyalodiscusartigen Zustand übergehend. Kern und contractile Vacuolen vorhanden. Süsswasser. 2 Arten.

Dactylosphaera, Hertw. u. Lesser 1874 (99) (I. 10—12).

Synon. Amoeba (radiosa, Perty, Auerbach etc.; polypodia M. Schultze, F. E. Schulze).

Finger- oder strahlenartige Pseudopodien allseitig radienartig vom rundlichen Körper ausstrahlend und zuweilen schwach geisselartig beweglich. Nach Einziehung der langen Pseudopodien zuweilen durch kurze, bruchsackartige sich bewegend. Süsswasser. Artzahl ca. 2—3.

? Podostoma, Clap. u. Lachm. 1858; Bütschli (Z. f. w. Z. XXX.); Maggi (Rendic. R. Ist. Lomb. 2. IX.); Cattaneo (Atti soc. ital. d. sc. n. XXI.).

Sehr ähnlich Dactylosphaera (speciell D. radiosa); jedoch die zeitweise entwickelten, strahlenartigen, langen Pseudopodien heftiger, geisselnder Bewegung fähig; sie dienen zur Nahrungsaufnahme. 1 Art. Süsswasser. (Fraglich, ob von Dactylosphaera zu trennen.)

Pelomyxa, Greeff 1874 (Arch. f. mikr. A. X.) (II. 6).

Synon. Pelobius Greeff 1870. Vergl. Archer (Qu. journ. m. sc. 1871), F. E. Schulze (101, IV.).

Amöbenartig, sehr gross (bis 2 Mm. Durchmesser); Bewegung durch bruchsackartige, stumpfe Fortsätze. Sehr grosse Zahl von Kernen und sogen. Glanzkörpern, sowie gewöhnlich kleine, stäbchen- oder bacterienartige Körperchen einschliessend. 1 Art. Süsswasser.

Amphizonella, Greeff 1866 (Arch. f. mikr. A. II.) (II. 7).

Synon. ? Amoeba (Auerbachii) Lachm. (Verh. nat.-h. Vereins pr. Rheinl. XVI.).

Amöbenartig, mit ziemlich dicker, gallertartiger Hülle, die von den hyalinen, kurzen, fingerartigen Pseudopodien durchbrochen wird. Feuchte Erde, Süsswasser (?). 2 Arten etwa.

2. Familie. Amoebaea reticulosa, Btschli.

Mit netzbildenden, meist allseitig vom Körper entspringenden Pseudopodien. (Die Beziehungen dieser Formen, namentlich der Protomyxa, scheinen nach den Myxomyceten hinzuweisen, so dass ihre Hierherstellung bis jetzt keineswegs als völlig gesichert betrachtet werden darf.)

Gymnophrys, Cienk. 1876 (104a).

Kleiner, ovaler bis unregelmässiger Protoplasmakörper, farblos, ohne Kerne und contractile Vacuolen. Pseudopodiennetze von wenigen, an beliebigen Stellen der Körperoberfläche sich entwickelnden, ziemlich ansehnlichen Stämmen entspringend. 1 Art. Marin und Süsswasser.

Boderia, Str. Wright 1867 (Journ. Anat. a. Phys. I.).

Ziemlich ansehnlicher, nackter (?)*) veränderlicher Protoplasmakörper, mit 1 bis zahlreichen Nuclei und mehr oder weniger zahlreichen, Netze bildenden, sehr langen Pseudopodien, ähnlich Gymnophrys. (Abgesehen von der Anwesenheit der Kerne, scheint sich diese Form sehr nahe an die vorhergehende anzuschliessen.) 1 Art. Marin.

Protomyxa, Häckel 1868 (84) (I. 1).

Unregelmässiger, kernloser, bis 1 Mm. im Durchmesser erreichender Protoplasmaklumpen, von dem zahlreiche dicke, vielfach baumförmig verästelte und anastomosirende Pseudopodien ausgehen. Fortpflanzung durch Encystirung und Zoosporenbildung. 1 Art. Marin.

Myxodyctium, Häckel 1868 (84).

Zahlreiche, Protomyxa ähnliche, kernlose Einzelindividuen zu Kolonien durch Anastomosirung ihrer Pseudopodien vereinigt. Fortpflanzung ? (Kenntniss bis jetzt sehr mangelhaft). 1 Art. Marin.

Protogenes, Häckel 1864 (Z. f. w. Z. XXVI.).

Kugeliger, bis unregelmässig scheibenförmig ausgebreiteter, kernloser Protoplasmakörper mit sehr zahlreichen feinen, verästelten und anastomosirenden Pseudopodien. Fortpflanzung soll nur durch Zweitheilung geschehen, jedoch Kenntniss des Organismus bis jetzt sehr mangelhaft. 1 Art. Marin.

*) Wright schreibt zwar seiner Boderia eine „sehr zarte, farblose, membranartige Hülle“ zu, jedoch scheint mir die Anwesenheit einer solchen sehr unwahrscheinlich, auch zeigen die Abbildungen nichts davon.

Anhang zu der Unterordnung der Amoebaea.

Bathybius, Huxley (Quart. journ. micr. sc. VIII.); Häckel (84); Gümbel (Neues Jahrb. f. Mineralogie 1870); W. Thomson (The depth of the sea, 2. ed. 1874); Bessels (Protobathybius), Jenaische Zeitschrift Bd. IX.; American naturalist T. IX.; Die amerik. Nordpolexpedition. Leipz. 1879, p. 320—21; Wallich, Ann. mag. nat. h. 4. ser. Vol. II. u. VI.; Häckel, Kosmos Bd. I.; W. Thomson, Proc. roy. soc. Bd. 23.

Problematischer, sehr einfacher protoplasmatischer Organismus, ohne Kerne und Vacuolen, der in ausgedehnten Massen, gewissermaassen Schleimnetze bildend, den Grund des Meeres, hauptsächlich in den hochnordischen Regionen, bedecken soll.

Die ursprünglich dem Bathybiusschlamm als eigenthümliche Inhaltskörper zugeschriebenen sogen. Coccolithen (Discolithen und Cyatholithen Huxley) (I. 2—3) haben sich bald als in keiner Weise diesem direct angehörig erwiesen. Es sind übrigens diese Coccolithen schon viel früher hauptsächlich durch Ehrenberg*) (zuerst 1836) als wesentliche Bestandtheile der Kreide, wie auch im Meeresschlamm nachgewiesen worden (Kreide-Morpholithe, Krystalloide). Hierzu gesellten sich dann 1860 die von Wallich zuerst**) beschriebenen sogen. Coccosphaeren (I. 6). Es sind dies rundliche oder eiförmige, zellähnliche Bläschen von 0,003 bis 0,032 Mm. im Durchmesser, die nach Wallich von einer äusseren, festen Membran gebildet werden sollen, auf deren Innenfläche mehr oder weniger zahlreiche Coccolithen anhaften und gewissermaassen die Kugel aufbauen. O. Schmidt***) beschrieb als weitere ähnliche Kalkgebilde des Bathybiusschlammes die sogen. Rhabdolithen (I. 4), kleine stäbchenförmige Körperchen, die z. Th. einem coccolithenartigen Scheibchen aufsitzen.

Die neueren englischen Untersuchungen haben dann ergeben, dass auch diese Rhabdolithen zu Rhabdosphaeren vereinigt getroffen werden†) (I. 7) und dass, wie dies früher schon von Wallich dargestellt wurde, sowohl Coccosphaeren wie Rhabdosphaeren ihre eigentliche Heimath an der Oberfläche der hohen See haben, wie es denn auch nach diesen Ergebnissen wohl völlig sicher erscheint, dass, wie schon Sorby††) und Wallich behaupteten, die freien Coccolithen und Rhabdolithen aus dem Zerfall der Cocco- und Rhabdosphären herzuleiten sind.

Sehr fraglich erscheint jedoch noch immer die Natur dieser Kalkgebilde. Die meisten Anhänger zählt jetzt wohl die von Carter†††) und

*) Vergl. hier M.-B. d. Berl. Akademie 1836, Abhandl. der Berl. Akademie 1838, M.-B. d. Berl. Ak. 1840, Mikrogeologie und Nr. 95.

**) A. m. n. h. 3. VII. (s. auch 3. XI.) und Notes on the pres. of anim. life at vast deapth etc. Lond. 1860 u. schliessl. A. m. n. h. 4. XIX.

***) Sitz.-B. d. Wien. Ak. LXII. 1870.

†) Proc. roy. soc. XXV.

††) A. m. n. h. 3. VIII.

†††) A. m. n. h. 4. VII.

ähnlich auch W. Thomson*) entwickelte Ansicht, dass die Coccolithen als einzellige Kalkalgen zu betrachten seien, die Coccosphaeren hingegen als die Sporangien dieser Algen. Mir scheint jedoch der Beweis für eine solche Auffassung bei weitem nicht auch nur annähernd erbracht zu sein. Dagegen müssen wir hier darauf aufmerksam machen, dass Harting in künstlicher Weise, nämlich durch sehr langsame Fällung von kohlensaurem Kalk, bei Gegenwart von eiweissartigen, thierischen Substanzen, zahlreiche Kalkgebilde hergestellt hat (I. 5), die eine grosse Aehnlichkeit mit den Coccolithen besitzen.**) Hiernach ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass es sich bezüglich der Coccolithen vielleicht überhaupt nicht um im lebenden Organismus erzeugte Gebilde oder gar selbst Organismen handelt, sondern um natürliche Kalkconcretionen bei Gegenwart organischer Stoffe, eine Ansicht, die von Ehrenberg stets vertreten wurde.

Was den Bathybiusschleim selbst betrifft, so schien dessen Natur durch die angeblich von Carpenter und W. Thomson constatirte Protoplasmabewegung desselben gesichert.***) Dagegen ist nun jedoch die ganze Frage durch die neueren Beobachtungen von W. Thomson und den übrigen Zoologen der Challengerexpedition wieder zu einer sehr zweifelhaften geworden. Es wollen sich nämlich die genannten Forscher jetzt überzeugt haben, dass der vermeintliche Bathybiusschleim nichts weiter sei, als durch Zusatz starken Alkohols aus dem Meerwasser gefällter feiner Schlamm von schwefelsaurem Kalk, der durch sein Verhalten gegen Färbungsmittel und sein mikroskopisches Aussehen eine Verwechselung mit Protoplasma wohl möglich mache. Huxley hat hierauf seine frühere Ansicht über den Bathybiusschlamm gleichfalls zurückgezogen. Dem gegenüber will nun aber Bessels während der nordamerikanischen Polarexpedition im Smithsund (92 Faden Tiefe) bathybiusartige Protoplasmamassen aufgefunden haben, denen er den Namen Protobathybius Robertsoni gibt. Dieselben bildeten maschenartige Netzwerke mit prächtiger amöboider Bewegung und Körnchenströmung, nahmen Karminkörnchen auf und enthielten keine Coccolithen. Auf diese Beobachtungen von Bessels gestützt, bekämpft Häckel†) die neuere Auffassung Thomson's und kommt zum Schluss: der Bathybius sei wohl lokal beschränkt und nur in den nördlichen Meeren verbreitet. Den Protobathybius von Bessels hält er für identisch mit dem Bathybius Häckelii.

Wenn nun auch wohl kein berechtigter Zweifel an der plasmodiumartigen Natur des von Bessels beobachteten Organismus erhoben werden darf und hiernach die Existenz eines mit den früheren Schilderungen des Bathybius ziemlich übereinstimmenden, rhizopodenartigen Organismus am Grunde gewisser Meere nicht in Abrede gestellt werden darf, so ist da-

*) The depth of the sea. 2. ed. 1874.

**) Harting, Rech. de morphol. synthét. etc, Naturk. Verh. d. kon. Akad. Deel XIV.

***) W. Thomson l. c.

†) Kosmos, herausgeg. von Caspary, I.

gegen bis jetzt keine sichere Gewähr vorhanden, dass der ursprünglich untersuchte sogen. Bathybiusschleim wirkliche Protoplasmassen enthalten habe. Nach der von Gümbel (s. oben) vorgenommenen Analyse eines solchen von Huxley ihm übergebenen Bathybiusschlammes enthielt derselbe nur 3,05 % organischer Substanz (jedoch auch bemerkenswerther Weise gar keine Schwefelsäure, dagegen 20 % Kieselsäure).

II. Unterordnung. Testacea, M. Schultze 1854. (Thalamophora, R. Hertwig 1876.)

In diese Unterordnung stellen wir, wie schon früher bemerkt, sämmtliche beschalten Rhizopoden ohne Rücksicht auf die Bildungsverhältnisse der Schale, also auch die mit weniger wohl ausgebildeter Hülle versehenen amöbenartigen Formen, die von R. Hertwig nach dem Vorgang Häckel's als Lepamoeba unter die Familie der Amoebina gebracht werden. Es ist fernerhin schon mehrfach hervorgehoben worden, dass auch eine scharfe Trennung zwischen den unbeschalten und beschalten Formen nicht wohl zu bewerkstelligen ist, indem die Ausbildung einer Schalenhülle sehr allmählich zu Stande kommt und daher eine Anzahl Mittelglieder von unentschiedener oder doch bis jetzt noch zweifelhafter Stellung sich finden müssen. Wir haben dieselben hier, insofern sie sich an sicher beschalte Formen näher anschliessen, mit diesen zusammengestellt.

Als eine natürliche Gruppe betrachtet zu werden, kann die grosse Abtheilung der Testacea gewiss nicht beanspruchen und geben wir gern zu, dass dieselbe wohl sicher von verschiedenen Punkten aus ihren Ursprung von den Unbeschalten genommen haben wird. Die grossen Schwierigkeiten jedoch, welche sich der Begründung wahrer verwandtschaftlicher Zusammenhänge, bei der geringen Zahl und der Wandelbarkeit der verfügbaren Charaktere, entgegenstellen, mag es rechtfertigen, dass wir hier von einem Versuch, die Ableitung der beschalten Formen von den verschiedenen Typen der Unbeschalten in der Classifikation zum Ausdruck zu bringen, vorerst Abstand genommen haben.

Wir glauben am besten an dieser Stelle eine kurze historische Uebersicht der von d'Orbigny festgehaltenen Classifikationsprincipien der beschalten marinen Rhizopoden mittheilen zu sollen, denn nur solche bilden in den zahlreichen Werken dieses Beobachters der Gegenstand seiner Untersuchungen. Ursprünglich (22) hat er nur polythalame Schalen gekannt und daher auch nur solche in seinem System von 1826 berücksichtigt. Die Basis seiner systematischen Anordnung bildete die Art des Aufbaus der polythalamen Schalen, die Gruppirungsweise der Kammern; so blieb von ihm der Unterschied zwischen Imperforata und Perforata völlig unberücksichtigt, wie auch andererseits zahlreiche Formen auf Grund der ähnlichen Zusammengruppirung der Kammern nebeneinandergestellt wurden, welche die spätere Forschung als zu verschiedenen Reihen gehörig erwiesen hat. Nachdem ihm späterhin auch die einkammerigen

Formen bekannt geworden waren, erhob er diese zu einer Abtheilung der Monostegia. Die mehrkammerigen vertheilte er dagegen in folgende Abtheilungen: 1. Stichostegia, mit in einer einzigen, nicht spiralen Axe aufgereihten Kammern, die heutigen Nodosarien und Verwandten umfassend. 2. Die Enallostegia mit Kammern, die ganz oder theilweise alternirend nach zwei oder drei Axen in verschiedener Weise zusammengruppirt sind, jedoch ohne regelmässige spiralige Anordnung. Hier finden wir hauptsächlich Textularia und Verwandte, jedoch auch Polymorphina, Sphaeroidina etc. 3. Helicostegia. Mit regulär spiralig, schneckenförmiger Anordnung der Kammern nach 1 oder 2 Axen. Hierher wurden zunächst schraubig-spiralige Formen zu einer Unterabtheilung der Turbinoidea zusammengestellt, wie Uvigerina, Bulimina, Valvulina und die grosse Reihe der Rotalinen, während in den Unterabtheilungen der Ammonoidea und Nautiloidea hauptsächlich die symmetrisch spiraligen Formen ihren Platz fanden, perforirte und imperforirte bunt durcheinander. 4. Die Agathistegia umgreifen hauptsächlich die Miliolinen und bedürfen daher hier keiner besonderen Charakteristik. Die Anordnungsverhältnisse der Kammern dieser Formen hat d'Orbigny schon ziemlich richtig erkannt. 5. Entomostegia werden durch die Untertheilung der Kammern durch Scheidewände oder kleine Röhrchen in Unterkämmerchen charakterisirt, und hier finden sich Amphistegina, Orbiculina, Heterostegina neben Fabularia und Alveolina. Späterhin (1852) errichtete d'Orbigny für die cyklisch wachsenden Formen noch eine 6. Abtheilung der Cyclostegia, welche die früher von ihm wenig berücksichtigten Genera Orbitolites, Orbitoides, jedoch auch Tinoporus (= Orbitolina d'Orb.) umfasste.

A. Tribus Imperforata, Carpenter 1862 (Reuss 1861).

Char. Schalenwandungen solid, nicht von feinen Poren perforirt, dagegen mit 1—2 Mündungsöffnungen, oder auch, durch Unterabtheilung der ursprünglich einfachen Mündung, einer grösseren Zahl kleinerer porenartiger Oeffnungen. Einkammerig bis vielkammerig.

Den Imperforata von Carpenter sind hier auch die beschalten Lobosa desselben eingeordnet, da wir, wie bemerkt, die Trennung der Rhizopoda in Lobosa und Reticulosa nicht festhalten. Die schon von M. Schultze 1854 versuchte Eintheilung der Testacea in Mono- und Polythalamia halten wir mit Carpenter für unnatürlich; natürlicher wird die Verwerthung dieser Bezeichnungen dann, wenn man wie R. Hertwig (1879) die Monothalamia auf die Süsswasserformen und die Gromien beschränkt; jedoch wird hierdurch die Bezeichnung Polythalamia für die restirenden marinen Formen ganz verwirrend, da sich unter letzteren zahlreiche einkammerige finden.

1. Familie. Arcellina, Ehrbg. 1830 und 38 (nicht später). Arcellina p. p. v. Siebold 1848; Lagenida p. p. M. Schultze 1854; Amoebina p. p. Clap. 1858; Arcellina + Difflugina p. p. Stein 1861; Amoebina p. p. Carp. 1862; Lepamoeba Häckel 1868; Thekolobosa Häckel 1878; Monothalamia monostomata p. p. Hertwig 1879.

Char. Schale einaxig, kappenförmig bis langgestreckt, zuweilen durch etwas einseitige Lagerung der polaren, engeren oder weiteren einfachen Mündung bilateral. Pseudopodien lobos. Kerne und contractile Vacuolen gewöhnlich vorhanden.

Cochliopodium, Hertwig u. Lesser 1874; F. E. Schulze (101, III.) (II. 11).

Synon. Amoeba p. p. Auerbach (Z. f. w. Z. VII.), Amphizonella (Greeff) Archer (90), ? Cyphidium Ehrbg. (31).

Schale biegsam und von kappenartiger Gestalt, dem Körper dicht aufliegend, daher mit diesem grosser Gestaltsveränderungen fähig. (Structur erinnert an Arcellaschale.) Schalenöffnung, aus der die lobosen Pseudopodien bündelartig hervortreten, sehr weit. Contractile Vacuolen 2 bis mehr. 1 Kern. Süsswasser. 1—2 Arten.

? Pyxidicula, Ehrbg. 1838; Carter (A. m. n. h. 3. XIII.); Hertwig und Lesser (99).

Synon. Arcella p. p. Clap. u. Lachm. (60), ? Pseudochlamys (Clap. u. Lachm.) F. E. Schulze (101, III.).

Schale uhrglasförmig und die weite untere Oeffnung nur durch schmalen Umschlagssaum des Randes etwas verengt. Schalenoberfläche mit feinen Höckerchen bedeckt. Thierkörper wie Arcella. Süsswasser; 1 Art. (Nach meiner Ansicht möglicherweise nur Jugendzustand von Arcella, vergl. A. f. mikr. A. X. und Buck Z. f. w. Z. XXX.)

? Pseudochlamys, Clap. u. Lchm. 1858 (60); Hertwig u. Lesser (99) (II. 8).

Schale in Gestalt und Farbe wie Arcella; orale, flache Wand jedoch sehr dünn. Oberseite mit arcella-artiger Gitterzeichnung. Thierkörper wie Arcella (gewöhnlich nur 1 Kern). 1 Art. Süsswasser. (Auch diese Form möchte ich für einen Jugendzustand von Arcella halten.)

Arcella, Ehrbg. 1830; Perty (48); Clap. u. Lachm. (60); Carter (56, etc.); Wallich (A. m. n. h. 3. XIII.); Ehrenberg (95); Bütschli (Arch. f. m. A. X.); Leidy (Pr. Ac. Philad. 1876); Buck (Z. f. w. Z. XXX.); Cattaneo (Att. soc. it. d. sc. n. XXI.); Hertwig u. Lesser (99) (T. II. 9).

Char. Schale uhrglasförmig mit convexer Oberseite und flacher Oralseite, in deren Centrum die mässig weite, kreisrunde Mündung. Braun. Feine, eigenthümliche Gitterstructur. Thierkörper füllt die Schale nicht völlig aus. Meist die Kerne und contractilen Vacuolen in grösserer Zahl. Süsswasser (auch feuchter Sand und Moos). 1 sichere Art, die sonst noch beschriebenen Arten sind unsicher.

Hyalosphenia, Stein 1857 (Sitz.-B. d. k. böhm. G. X.); F. E. Schulze (101, III.) (II. 10).

Synon. Arcella (oblonga) Lachm. (Verh. des n.-V. d. preuss. Rh. XVI.), Catharia Leidy (Proc. acad. Philad. 1874. 1875).

Schale chitinös, structurlos. Gestalt oval bis birnförmig, mit verlängerter Hauptaxe, parallel dieser stark comprimirt. Mündung einfach. Thierkörper die Schale nicht völlig ausfüllend, difflugienartig. Süsswasser. 2—3 Arten. (Einige weitere nordamerikanische Formen hat Leidy, jedoch bis jetzt sehr unvollständig, beschrieben.)

Quadrula, F. E. Schulze 1875 (101, III.) (II. 12).

Synon. Difflugia p. p. Wallich (A. m. n. h. 3. XIII.), Ehrenberg (95).

Schalengestalt ähnlich Hyalosphenia, jedoch weniger comprimirt; aus meist quadratischen, glashellen Plättchen (Chitin?) aufgebaut. Hinterende der Schale zuweilen bestachelt, ähnlich Euglypha. Thierkörper difflugia-artig. Süsswasser. Sichere Arten 2. (Bei Ehrenberg [95] finden sich jedoch eine ziemliche Anzahl unsicherer, wohl hierhergehöriger Schalenformen beschrieben.)

Difflugia, Leclerc 1815; Ehrenberg (31); Perty (48); Clap. u. Lachm. (60); Wallich (A. m. n. h. 3. XIII.); Carter (A. m. n. h. 3. XII. und XIII.); Hertwig und Lesser (99); Leidy (Proc. Ac. Philad. 1877) (II. 1—8).

Synon. Arcella p. p. Ehrenberg (95), Echinopyxis Clap. u. Lachm. (60), Centropyxis Stein (Sitz.-B. d. k. böhm. G. X.), Nebela Leidy (Pr. A. Philad. 1874 u. 76).

Schale mit Fremdkörpern incrustirt, die durch chitinöses oder z. Th. vielleicht auch mehr protoplasmatisches Bindemittel verkittet werden (hauptsächlich Sandkörnchen, Diatomeenschalen, seltner rundliche bis ovale Scheibchen oder cylindrische Stäbchen von zweifelhafter Herkunft). Gestalt ziemlich variabel. Regulär monaxon, kugelig bis langgestreckt und dabei das Hinterende z. Th. in Spitze ausgezogen oder mit mehreren symmetrisch oder asymmetrisch gestellten, hornartigen Fortsätzen geziert. Häufig stark comprimirt, z. Th. die Mündung jedoch einseitig excentrisch verschoben und dann Gestaltung bilateral. Mündungsrand zuweilen etwas nach Innen oder Aussen umgeschlagen, z. Th. auch eigenthümlich crenulirt. Thierkörper die Schale gewöhnlich nicht ganz erfüllend; mit lobosen, selten etwas zerschlitzten Pseudopodien. Vacuolen und Kerne in sehr verschiedener Zahl. Süsswasser. Zahl der Arten sehr beträchtlich, jedoch schwierig festzustellen, wegen grosser Variabilität; bis jetzt mögen sich etwa $1^1/_2$ Dutzend Formtypen einigermaassen auseinanderhalten lassen. (Eine sehr grosse Zahl unsicherer Arten wurde von Ehrenberg [95] beschrieben. Zu einem besonderen Geschlecht Nebela erhebt Leidy diejenigen Difflugien, die als Schalenmaterial die erwähnten eigenthümlichen scheibenförmigen Körperchen oder zugleich Stäbchen zeigen. Dieselben besitzen ferner eine birnförmige Gestaltung und sind meist ziemlich stark comprimirt.

Lecquereusia, Schlumberger (Ann. d. sc. nat. Zool. 3. III.); Ehrenberg (M.-B. d. B. A. 1840); Cohn (Zeitschr. f. w. Z. IV.); Carter (75); Entz (110); Mereschkowsky (118) (III. 9).

Synon. Difflugia Aut.

Schalenstructur wie Difflugia, jedoch durch einseitige Wendung der Schalenmündung und spiraliges Weiterwachsthum des Schalenhalses etwa retortenförmig; die einzige Form des Süsswassers, die eine spiralige Einrollung aufweist (höchstens jedoch $^1/_2$ Umgang). 1 Art.

Anhang zur Familie der Arcellinen.

Petalopus, Cl. u. Lchm. 1858 (60) (II. 13).

Ovaler, vorn abgestutzter Körper, angeblich ohne Schale. Pseudopodien nur vom abgestutzten Vorderende entspringend; etwas verästelt und an den Enden plattenförmig verbreitert. Nucleus und contractile Vacuole? 1 Art, Süsswasser. (Diese seither noch nicht wiedergesehene Form habe ich vorläufig hierhergestellt, da mir die die Abwesenheit eines, wenn auch zarten Schalenhäutchens keineswegs sicher erwiesen zu sein scheint.)

Arcellina, du Plessis 1876. (Sitz.-B. d. phys. medic. Soc. zu Erlangen 1876.)

Zweifelhafte marine Form. Kugelig, seltener eiförmig, bis zu Hanfkorngrösse. Dünne Schale chitinös mit rundlicher Oeffnung auf konischem Vorsprung. Schalenwände sollen sehr fein porös (!) sein, jeder Porus äusserlich auf einem Wärzchen der Schalenoberfläche münden. Pseudopodien lobos, nur aus der Mündungsöffnung austretend. Kerne in Mehrzahl, sowie sogen. Glanzkörper (ähnlich Pelomyxa?) vorhanden.

2. Familie. Euglyphina Btschli.

Schale chitinös oder kieselig, aus hexagonalen oder rundlichen Plättchen aufgebaut. Monaxon bis bilateral. Pseudopodien fadenartig zugespitzt, wenig anastomosirend. Kern und contractile Vacuolen vorhanden.

Euglypha, Duj. 1841; Carter (A. m. n. h. 3. XII. u. XV.); Hertwig u. Lesser (99); F. E. Schulze (101, III.) (III. 12).

Synon. Difflugia p. p. Ehrbg. (95), Sphenoderia Schlumberger (A. sc. n. Zool. 3. III.).

Schale monaxon, ellipsoidisch, bis beutel- und birnförmig; Mündung ziemlich weit. Kieselige, kreisförmige bis hexagonale Plättchen bauen in schiefen Reihen die Schale auf. Mündungsrand gewöhnlich zackig. Häufig Hinterende bestachelt oder auch kürzere Stacheln über die ganze Schale verbreitet. Pseudopodien nicht anastomosirend. Süsswasser. Ca. 3—4 sichere Arten, jedoch finden sich bei Ehrenberg (95) noch eine ziemliche Reihe unsicherer Formen erwähnt.

Trinema, Duj. 1836; Carter (56); Hertw. u. Lesser (99); F. E. Schulze (101, III.).

Synon. Difflugia (enchelys) Ehrbg. (31), Euglypha (pleurosoma) Carter, Arcella p. p. Ehrbg (95).

Schalenstructur und Thierkörper wie Euglypha, dagegen Mündung auf etwas abgeplattete Unterfläche gerückt und somit Schale bilateral. Süsswasser. 1 Art.

Cyphoderia, Schlumb. 1845; H. u. L. (99); F. E. Sch. 101, III.) (III. 13).

Synon. Difflugia Ehrbg. p. p. (95), Euglypha Perty p. p. (43), Wallich p. p. (l. c. s. Diffl.), Lagynis M. Schultze (53).

Schale aus chitinösen Plättchen gebildet, die jedoch relativ viel kleiner sind, als bei den vorhergehenden beiden Geschlechtern. Gestalt etwa länglich beutelförmig mit halsartig gerader oder nach der Seite gewendeter Mündung. Süsswasser und Ostsee. 2 Arten.

Anhang zur Familie der Euglyphinen.

Campascus, Leidy 1877 (Proc. Ac. Philad. 1877. P. III.).

Gestalt der Schale und Bau des Protoplasmakörpers ähnlich Cyphoderia, Schale chitinös mit Fremdkörpern incrustirt. Hinterende jederseits mit hornartigem Fortsatz ähnlich gewissen Difflugien. 1 Art. Süsswasser.

2. Familie. Gromiina, Btschli; Gromidea Clap. und Lachm. 1858; Stein (Reuss) 1861; dto. Carp. p. p. 1862.

Mit chitinöser, fast stets ganz structurloser Schale, von monaxoner oder etwas bilateraler, ovaler Gestaltung und ziemlich verengter Mündung. Pseudopodien meist reticulos, stets jedoch dünn, fadenförmig und spitzig. Kerne und contractile Vacuolen vorhanden oder fehlend.

Lieberkühnia, Clap. u. L. 1858 (60) (III. 16).

Synon. Gromia Cienkowsky (104a).

Körper ovoid, mit sehr zarter, dicht anliegender Hülle bekleidet; Mündung etwas hinter dem etwas zugespitzten Vorderende. Die Pseudopodien entspringen von einem Pseudopodienstiel, der von der Mitte der antioralen Seite des Thierkörpers seinen Ursprung nimmt und aus der Mündung austretend ein sehr reiches Pseudopodiennetz entwickelt. Contractile Vacuolen und Kerne vermisst. Süsswasser. 1 oder 2 Arten.

Mikrogromia, R. Hertw. 1874 (Arch. f. mikr. Anat. X. Suppl. (III. 15).

Synon. Gromia Archer (90), Cystophrys Archer (90).

Schale beutelförmig, klein, etwas bilateral durch die sehr wenig einseitig verschobene, etwas halsartig ausgezogene Mündung. Körper die Schale nur z. Th. ausfüllend. Pseudopodien von einem oralen Pseudopodienstiel entspringend. 1 Kern und 1 contractile Vacuole. Häufig koloniebildend. Süsswasser. 2 Arten.

Platoum, F. E. Sch. 1875 (101, III.) (III. 17).

Synon. Difflugia Schneider (A. f. A. u. Ph. 1854), Chlamydophrys Cienk. (104a), Troglodytes Gabriel (Morph. J. I.).

Unterschiede von Mikrogromia sehr gering. Schalengestalt sehr ähnlich, jedoch Mündung etwas spitziger ausgezogen, terminal bis sehr wenig

seitlich verschoben. — Im Querschnitt elliptisch bis rundlich. Schalenhaut etwas biegsam. Thierkörper die Schale nicht völlig erfüllend. Häufig koloniebildend. Süsswasser, feuchte Erde und faulende Stoffe. 2—3 Arten.

Plectophrys, Entz 1877 (110).

Nur durch eine eigenthümlich faserige (oder vielleicht eher etwas schuppig zu bezeichnende) Schalenstructur von Platoum unterschieden. 1 Art. Salzteich bei Klausenburg (Ungarn).

Lecythium, H. u. L. (99) 1874.

Synon. Arcella p. p. Ehrbg. (31), Fresenius (Abh. d. Senckenb. Ges. II.), Gromia Schlumberger (A. sc. n. Z. 3. III.), — socialis F. E. Sch (101, III.), Phonergates Buck (Z. f. w. Z. XXX.).

Schale in ihrer Gestalt sehr ähnlich Mikrogromia, klein, jedoch dem Körper dicht aufliegend; ob biegsam oder starr, wird verschieden angegeben. Contractile Vacuole gewöhnlich nicht, Kern vorhanden. Zuweilen Koloniebildung. Süsswasser. 1 Art.

Gromia, Duj. 1835 (26); M. Sch. (53); F. E. Sch. (101, III.) (III. 18, IV. 6).

Synon. Sphaerula Dalyell (The powers of the creat.), Plagiophrys Hertwig und Lesser (99).

Gestalt ei- bis kugelförmig; chitinöse Schale dem Körper direct aufliegend und meist ziemlich biegsam, daher zuweilen mit diesem die Gestalt etwas ändernd. Wanddicke recht variabel. Mündung terminal. Pseudopodien theils sehr fein reticulös, körnchenführend, theils hyalin, spitzig verästelt und wenig anastomosirend. 1 bis zahlreiche Kerne. Contractile Vacuolen gewöhnlich fehlend. Süsswasser und marin. Ca. 4 Arten. (Wenn es wirklich gromia-artige Rhizopoden ohne Schalenhaut gibt, wie Claparède und Lachmann (60) für ihre Plagiophrys angaben und wie es nach den Beobachtungen von F. E. Schulze (101, III.) gleichfalls scheint, so dürfte für diese der Gattungsname Plagiophrys zu reserviren sein.)

? Pamphagus, Bailey 1853 (Sill. amer. journ. 2. XV.); Archer (Qu. journ. micr. sc. 1871).

Zweifelhaftes Geschlecht, soll nach Archer birnförmigen, von sehr zarter Schalenhaut umschlossenen Körper besitzen, von dessen breitem Ende die langen verästelten Pseudopodien entspringen. Grosser Nucleus. Süsswasser. 1 Art.

Pseudodifflugia, Schlumberger 1845 (III. 14).

Synon. Pleurophrys Clap. u. Lachm. (60), Hertw. u. L. (99), F. E. Sch. (101, III.), Archer (90).

Gestalt und Bau des Weichkörpers gromia-artig. Schale mit Fremdkörpern difflugia-artig incrustirt. Süsswasser und Brackwasser. Artzahl ca. 5—6.

Diaphoropodon, Archer 1870 (90) (IV. 1).

Schale monaxon, eiförmig, aus lose vereinigten Fremdkörpern (haupts. Diatomeen und Protococcuszellen) gebildet. Pseudopodien von zweierlei Art; einmal zahlreiche sehr lange, hyaline, z. Th. tannenbaum-

einer

verästelte, aus der Mündung hervortretende und dann fein haarförmige, nicht retractile, allseitig zwischen den Schalenpartikeln vorspringend. (Ob wirklich Pseudopodien?) Contractile Vacuole vorhanden. Süsswasser. 1 Art.

Anhang zur Familie der Gromiina.

Lecythia, Wright 1861 (A. m. n. h. 3. VIII.).

Mangelhaft beschriebener, vielleicht hierher gehöriger Organismus. Etwa zu vergleichen einem auf langem, aboralem Stiel getragenen Lecythium, aus dessen Schalenöffnung strahlenartig zahlreiche feine Pseudopodien austreten. 1 Art. Marin.

Squamulina, M. Sch. 1854 (53).

Schale kalkig, flach linsenförmig bis unregelmässig, mit dünner, flacher Seite festgeheftet. Auf Oberseite excentrisch gelegene, mässig weite, rundliche Mündung. Marin. 1 Art. Fossil? (Scheint mir ziemlich fraglich, namentlich im Hinblick auf ihre eventuellen Beziehungen zu dem so vielgestaltigen Geschlecht Nubecularia; daher auch ihre Stellung bei den Gromiinen fraglich. Von Carpenter an die Spitze der Miliolida gestellt.)

4. Familie. Amphistomina Btschli. (Monothalamia amphistomata Hertw. 1879).

Char. Schale sehr zart bis dicker, chitinös oder von Fremdkörpern gebildet. Monaxon, etwa citronenförmig und an beiden Polen mit Mündung versehen. Pseudopodien fadenförmig, spitzig bis reticulos. Nucleus vorhanden.

Diplophrys, Barker 1868 (Qu. journ. micr. sc. VII. p. 232, VIII. p. 123); Archer (90); Greeff (Arch. f. mikr. A. XI.); Hertw. u. L. (99); F. E. Sch. (101, III.) (IV. 2).

Körper klein, nahezu kugelig bis spindelförmig. Schalenhäutchen höchst zart (nicht völlig sicher). Mehrere contractile Vacuolen und 1 oder mehrere gelbe bis orangerothe Fettkörper. Süsswasser und Mist. 2 Arten.

Ditrema, Archer 1876 (Qu. journ. micr. sc. XVI.).

Schale hyalin, gelblich, ziemlich dick und starr. Mündungsränder etwas nach Innen umgeschlagen. Süsswasser. 1 Art.

Amphitrema, Archer 1870 (90) (IV. 3).

Schale oval, mit Fremdkörpern incrustirt; Mündungen etwas halsartig verlängert. Contractile Vacuole fehlt. Süsswasser. 1 Art.

Gruppe Miliolida, Carp. emmend. B. (Miliolida Carp. 1862 + pars Lituolidarum Carp.).

Schalengestalt sehr verschieden, mono- und polythalam. Structur kalkig, imperforirt, äusserlich gewöhnlich porcellanartig glänzend; oder lich,[1]ig und imperforirt (für diese sandigen Formen kann ein allgemeiner

Charakter nicht angegeben werden; ihre wenig sichere Stellung wird ihnen durch ihre gestaltlichen Beziehungen zu den kalkschaligen Formen gegeben).

5. Familie Miliolidina (Miliolidea Reuss 1861 + pars Lituolidarum).

Char. Mono- bis polythalam, spiralig eingerollt, auf 1 Umgang kommen nur 2 Kammern bei den Polythalamen. Kalk- oder sandschalig.

Cornuspira, M. Sch. 1854 (53, 64) (IV. 8).

Synon. Operculina p. p. Reuss et alior. olim.

Kalkig, frei, monothalam, symmetrisch spiralig eingerollt und sehr wenig involut. Meist parallel der Windungsebene sehr comprimirt und letzter Umgang rasch in die Höhe wachsend. Zahl der lebenden Arten ca. 3. Seit Trias.

Ammodiscus, Reuss (V. 20—22).

Synon. Cornuspira Will. p. p., Trochammina Parker u. J., sowie Carp. p. p., Involutina Terqu. p. p., Operculina d'Orb. p. p.

Frei, cornuspira-artig, jedoch sandig; äusserlich ziemlich glatt. Häufig unregelmässiger werdend, so z. Th. knäuelförmig unregelmässig gewunden, oder letzter Umgang geradlinig weiter wachsend. Zuweilen durch gelegentliche unregelmässige Einschnürungen Neigung zur Polythalamie. (Fraglich, ob alle hierhergerechneten Arten imperforirt. Unsicher ist die vielleicht verwandte Terebralina Terqu. aus Lias.) Lebende Arten ca. 2. Seit Kohlenformation.

Miliola, Lamarck 1804; Parker (Transact. micr. soc. n. s. VI.).

Synon. Serpula p. p. Linné, Frumentaria Soldani, Vermiculum Montagu.

Schale kalkig oder seltener sandig bis chitinös; spiralig eingerollt und polythalam; jede Kammer nimmt die Hälfte eines Umgangs ein, so dass die Mündungen abwechselnd an einem und dem anderen Pol liegen. Mündung weit, gewöhnlich springt ein zungenförmiger Fortsatz von der Wand des vorhergehenden Umgangs in sie ein. Wenig bis völlig involut und hiernach die Zahl der äusserlich sichtbaren Kammern sehr verschieden. (Hierher dürfen wohl auch eine Anzahl sandschaliger, von Parker, Jones, Carpenter und Brady zu Trochammina gezogener fossiler Formen gestellt werden, da sie ganz den Bau von Miliola zeigen und die sandschaligen Rhizopoden, wie schon mehrfach bemerkt, überhaupt keine natürliche Abtheilung bilden.)

Untergenera:

Spiroloculina d'Orb. 1826 (IV. 10).

Umgänge sich nur berührend, so dass äusserlich die Kammern beiderseits sämmtlich sichtbar sind. Zahl der lebenden Arten ca. 9. Vom oberen Jura ab.

Quinqueloculina, d'Orb. 1829 (IV. 11).

Synon. Adelosina d'Orb., Miliolina Will. p. p.

Umgänge sich mehr oder weniger umfassend, jedoch auf einer

Seite mehr, so dass äusserlich auf dieser Seite gewöhnlich 3, auf der entgegengesetzten aber 4 Kammern sichtbar bleiben. Jedoch die Zahl dieser sichtbaren Kammern etwas variabel. Mündung selten siebförmig. Zahl der lebenden Arten ca. 22. Seit Kreide.

Triloculina, d'Orb. 1827 (IV. 25, VIII. 3).

Synon. Cruciloculina d'Orb., Lagena Brown p. p., Miliolina Will. p. p.

Char. Aeusserlich nur die 3 jüngsten Kammern sichtbar. Mündung meist ähnlich vorhergehenden, z. Th. jedoch durch 4 vorspringende Ecken kreuzförmiger Schlitz (Cruciloculina d'Orb.). Zahl der lebenden Arten ca. 8. Vom Jura ab. (Brady [117, II.] weist neuerdings wieder auf die zahlreichen Uebergänge zwischen diesem Untergenus und Quinqueloculina hin und schlägt daher vor, beide unter der schon früher von Williamson in diesem Sinn angewendeten Bezeichnung Miliolina zusammenzufassen.

Biloculina, d'Orb. 1826 (IV. 12—15).

Synon. Renoidea Brown p. p., Lagenula Flemm. p. p., Pyrgo Defr.

Char. Vollständig involut, so dass äusserlich nur die 2 jüngsten Kammern sichtbar. Meist parallel der Längsaxe linsenförmig abgeplattet. Mündungszunge häufig sehr entwickelt. Zahl der lebenden Arten ca. 7. Seit Trias.

Anhang:

Uniloculina d'Orb. (Mod. und 1839) soll sich durch völlige Umfassung der früheren Kammern durch jede folgende auszeichnen, daher äusserlich nur die jüngste sichtbar. Bis jetzt nur 1 zweifelhafte lebend beobachtete Form.

Fabularia, Defr. (IV. 21, VIII. 2).

Gestalt und Wachsthum wie Biloculina, nur viel grösser. Kammerhöhlungen von Schalenmasse bis auf ein System zahlreicher, anastomosirender Längsröhren erfüllt; daher Mündung siebförmig. Nur Tertiär.

6. Familie Peneroplidina, Reuss 1860 (Sitz.-B. d. k. böhm. G. 1860).

Kalkig oder sandig, polythalam; z. Th. die Kammern noch miliolinenartig, jedoch stets 3 oder mehr auf dem Umgang (wenigstens in den jüngeren Umgängen). Häufig Uebergang in gerades Wachsthum. Mündung einfach oder in zahlreiche porenartige Oeffnungen zerfallend.

Hauerina, d'Orb. 1846 (IV. 20).

Kalkig, frei, spiral aufgerollt. Anfangsumgänge miliola-artig, spätere hingegen mit 3—4 Kammern. Grössenzunahme der Kammern recht allmählich. Mündung siebförmig. Zahl der lebenden Arten ca. 5. Seit Jura.

Vertebralina, d'Orb. 1826 (IV. 17—19).

Synon. Articulina d'Orb., Renulites Lam., Renulina Blainv., ? Ceratospirulina Ehrbg.

Kalkig, frei, Anfangskammer spiral eingerollt, miliola-artig, gewöhnlich 3 Kammern auf den Umgang. Hierauf geradliniges Wachsthum.

Scheidewandbildung schwach, Mündung daher einfach. Häufig parallel der Längsaxe sehr abgeplattet. Z. Th. spiraliger Anfangstheil sehr klein und wenig entwickelt (Articulina) und gleichzeitig Kammern sehr langgestreckt. Zuweilen dagegen sehr abgeplattet und Kammern rasch in die Breite wachsend, so dass Gesammtgestalt nierenförmig (Renulites). Zahl der lebenden Arten ca. 5. Seit Unter-Tertiär.

Peneroplis, Montf. 1810; Carpenter (57, 3. ser.).

Synon. Nautilus p. p. F. u. M., Cristellaria p. p. Lam.

Char. Kalkig, frei, spiralig eingerollt, wenig bis ziemlich involut. Zahl der Kammern auf einem Umgang recht beträchtlich, daher Einzelkammern nur kurz, jedoch ziemlich rasch an Höhe anwachsend. Meist parallel der Windungsebene sehr abgeplattet. Scheidewände sehr wohl entwickelt. Mündung verzweigter Längsspalt oder Längsreihe von Poren.

Untergenera:

Peneroplis, s. str. (V. 1).

Wenig involut, letzter Umgang gewöhnlich in mässig langes gerades Wachsthum übergehend und sich dann häufig fächerförmig ausbreitend, mit sehr niederen, jedoch in der Höhenrichtung sehr ausgedehnten Kammern. Mündung gewöhnlich 1, seltener 2 Längsreihen von Poren auf der Septalfläche. Lebende Arten ca. 3. Seit Eocän.

Dendritina, d'Orb. (IV. 22—24, VIII. 12).

Synon. Spirolina d'Orb. p. p., Coscinopora Ehrbg.

Mehr involut, Septalflächen daher hufeisenförmig; ohne fächerartige Ausbreitung der jüngsten Kammern. Spirolina d'Orb. mit Uebergang in gestrecktes Wachsthum. Mündung dendritisch verzweigter Längsschlitz. Lebende Art 1. Seit Tertiär.

Anhang:

Nubecularia, Defr. 1825 (IV. 9).

Synon. Serpula p. p. Sold., Webbina p. p. d'Orb.

Char. Kalkig, z. Th. jedoch auch etwas sandig; mit breiter Basalfläche aufgewachsen und diese gewöhnlich ohne oder doch nur mit sehr dünner Wandung. Polythalam. Anfang spiralig, jedoch bald sehr unregelmässig werdend. Kammern nur durch Wandeinschnürungen getrennt. Aeusserlich von Kammerbildung gewöhnlich nur wenig sichtbar. Zuweilen in eine Art cyklischen Wachsthums übergehend. Lebende Arten ca. 2. Seit Trias.

Placopsilina, d'Orb. 1850 (V. 19).

Synon. Lituola p. p. P. u. J., Carp.

Char. Sandig, äusserlich rauh; aufgewachsen ähnlich Nubecularia und auch wie bei dieser die aufgewachsene Seite häufig ohne Wandbildung. Beginn mehr oder weniger regelmässig spiral, jüngerer Theil häufig in gerades Wachsthum übergehend oder aber auch sehr unregelmässig bis acervulin. Lebende Arten ca. 1. Fossil seit?

Lituola, Lmck. emmend. B.

Synon. Lituola P. u. J.. Carp. p. p.

Sandig, äusserlich rauh, frei, polythalam, spiralig symmetrisch aufgerollt; nahezu völlig involut; jüngere Kammern häufig in gestrecktes Wachsthum übergehend.

Untergenera:

Haplophragmium, Reuss 1860 (V. 17).

Synon. Lituola p. p. Carp., P. u. J., Nonionina p. p. Will., M. Sch., Spirolina Aut. p. p., D'Orbignyina v. Hagen, Proteonina Will. p. p

Kammerhöhlungen ohne labyrinthische Einwüchse; Mündung einfach, gewöhnlich an Basis des Septums, an gerade gestreckten Kammern terminal. Lebende Arten ca. 1—2. Fossil seit?

Lituola, s. str. Reuss, Brady (V. 18).

Kammerhöhlungen von labyrinthischen Auswüchsen erfüllt; Mündung unregelmässig, dendritisch bis siebförmig. Lebende Arten ca. 1. Fossil seit Kohlenformation.

7. Familie Orbitolitina (= Orbitulitidea Reuss 1861).

Gestalt und Wachsthumsverhältnisse ziemlich verschieden. Kalkig. Primäre Kammern durch secundäre Scheidewände in secundäre Kämmerchen getheilt.

Orbiculina, Lamck. 1816; Williamson (47); Carpenter (57, 2. ser.) (VI. 2).

Synon. Nautilus F. u. M., Helenis, Archais, Ilotes Montf.

Char. Anfangstheil der Schale spiralig, involut aufgerollt, hierauf in cyklisches mehr oder minder völlig kreisförmig geschlossenes Wachsthum übergehend. Umrisse der flachen Schale bis fächer-, nieren- und nahezu kreisförmig. Ursprungstheil knopfförmig verdickt. Bis zu 1 Cm. und mehr Durchmesser etwa. Lebende Arten ca. 2. Fossil seit Tertiär.

Orbitolites, Lam. 1801; Williamson (47); Carpenter (43, 57 1. ser.); Gümbel (96) (VI. 1, V. 3, 4).

Synon. Discolithes Fortis p. p., Madreporites Deluc., Milleporites F. de St. Fond., Orbulites Lam., Marginopora Quoy et Gaym., Sorites Ehrbg., Omphalocyclus Bronn, Cupulites d'Orb., Cyclolina d'Orb.

Char. Scheibenförmig, kreisrund; auf Embryonalkammer und grosse, dieselbe etwa zur Hälfte umgebende 2. Kammer folgt sogleich cyklisches Wachsthum zahlreicher Kämmerchenkreise. Entweder nur 1 Lage Kämmerchen oder jederseits oberflächlich noch eine Lage kleinerer secundärer Kämmerchen abgesondert. Centrum der Scheibe dünn, häufig concav vertieft; Ränder zuweilen sehr verdickt, wulstförmig, auch z. Th. gefaltet. Durchmesser zuweilen bis gegen 2 Centimeter. Lebende Arten ca. 2 (wohl mehr). Fossil seit Lias.

Alveolina, Bosc (d'Orb.) 1826; Deshayes (A. sc. nat. XV.); Carter (A. m. n. h. 2. XIV.); Carpenter (57, 2. s.); Parker u. Jones (62, f) (V. 2).

Synon. Discolithes Fortis p. p., Nautilus F. u. M. p. p., Borelis, Clausulus, Miliolites Montf., Melonites, Melonia Lamck.

Char. Spiralig-symmetrisch aufgerollt, gänzlich involut und Windungsaxe ansehnlich verlängert; daher Gestalt kugelig bis spindel- und cylinderförmig. Kammern durch auf der Windungsaxe senkrechte Septa in zahlreiche Kämmerchen getheilt, und z. Th. diese nochmals durch tertiäre der Windungsaxe parallele Septen in 3—4 tertiäre Kämmerchen zerlegt. Hiernach Zahl der porenartigen Oeffnungen auf Endfläche verschieden. Längsdurchmesser bis zu 75 Mm. (fossil), recent kleiner bis 15 Mm. Länge. Lebende Arten ca. 2. Fossil seit Kreide.

Familie Arenacea.

Wir vereinigen hier eine Reihe mariner, z. Th. sehr unvollständig bekannter sandschaliger Rhizopoden von meist monothalamem, z. Th. aber auch polythalamem Bau. Die Zusammenstellung dieser Formen ist eine ganz provisorische und nur dadurch bedingt, dass es bis jetzt nicht möglich erscheint, dieselben anderweitig natürlich einzureihen und wir die schon mehrfach auch von anderer Seite ausgesprochene Ueberzeugung theilen, dass die Carpenter'sche Gruppe der sandschaligen Formen, die Familie der Lituolida, nicht aufrecht erhalten werden kann. Es wird daher die Aufgabe der kommenden Zeit sein, die verwandtschaftlichen Beziehungen der hierhergehörigen Formen, namentlich ihr Verhalten zu Imperforata oder Perforata, im Einzelnen genauer festzustellen.

a. Schale mehr oder minder langgestreckt konisch bis röhrig, monothalam, am spitzen Ende geschlossen, am breiten geöffnet; frei oder aufgewachsen.

Jaculella, Brady 1879 (117, I.).

Frei, langgestreckt. Kammerhöhle ohne labyrinthische Einwüchse. Länge bis 9 Mm. 1 Art lebend. (Nicht sicher, ob überhaupt zu Rhizopoden gehörig.)

Botellina, Carp., Jeffr. u. Thoms. 1870 (Proc. roy. soc. XVIII.), Thoms. (The d. of the sea).

Mit spitzem Ende wahrscheinlich aufgewachsen. Innenfläche mit labyrinthischen Auswüchsen. 1 Art lebend (bis 25 Mm. lang).

Hyperammina, Brady 1878 (115, 117, II.).

Frei oder in ganzer Länge aufgewachsen, röhrig, loser Bau. Geschlossenes Ende abgerundet oder zu kugeliger Kammer aufgebläht. Mündungsende einfach oder sich vielfach verästelnd. Aufgewachsene Formen mit vielfach unregelmässig hin- und hergebogener Röhre. Länge bis 16 Mm. Lebende Arten 3. Fossil wahrscheinlich seit Silur. (Die aufgewachsenen Formen nähern sich sehr Webbina d'Orb.)

Haliphysema, Bowerbank 1862.*)

Synon. Squamulina Carter.

Pokal- bis röhrenförmig, mit aboralem, stielförmig ausgezogenem Ende und verbreiterter, scheibenförmiger Basis aufgewachsen. Mündung einfach, terminal, oder das orale Ende verästelt ausgewachsen. Schwammnadeln gewöhnlich sehr zahlreich in Schalenwand aufgenommen und hauptsächlich das orale Ende meist ganz stachelig; bis jetzt nur lebend. Artenzahl ca. 2.

(Bekanntlich wurde die Gattung Haliphysema von Bowerbank zunächst für eine Schwammform erklärt. Carter hat hingegen 1870 den Nachweis zu führen versucht, dass dieselbe zu den Rhizopoden gehöre und sie dem M. Schultze'schen Geschlecht Squamulina eingereiht. Häckel fand hierauf ganz ähnliche Skeletbildungen bei seinen Physemarien, und erklärte daher auch die Haliphysema Bowerbank's und Carter's als zu diesen gehörige Formen. Schliesslich wurde durch Kent und weiterhin bestätigend durch R. Lankester die Rhizopodennatur der Bowerbank'schen Form sicher erwiesen. Es ist daher zunächst nur die Annahme möglich, dass thatsächlich äusserlich ganz übereinstimmend sich verhaltende, bis zur Verwechselung ähnliche Rhizopoden und Physemarien sich finden.)

Pelosina, Brady 1879 (117, I.).

Monothalam, kugelig bis röhrenförmig, monaxon, mit terminaler, auf chitiniger Halsröhre gelagerter Mündung. Wandung dick, aus Schlamm geformt. Z. Th. zusammenhängende Individuen (jedoch wohl nur äusserlich). Recent. Arten 2.

b. Schale röhrig; an beiden Enden geöffnet, oder von einer Centralkammer gebildet, von der zwei oder auch mehr einfache oder verästelte Mündungsröhren ausgehen. Frei oder aufgewachsen.

Marsipella, Norm. 1878 (A. m. n. h. 5. I.); Brady (117, I.) (V. 9).

Synon. Proteonina (Will.) Carp. The Microscop 1875.

Freie, geradgestreckte, in Mittelregion etwas verdickte Röhre; beiderseits geöffnet. Wand dick. (Länge bis 6 Mm.) Recent. 2 Arten.

Rhabdammina, Sars 1865 (80); Brady (117, I.) (V. 10).

Frei; kleine Centralkammer mit 2 entgegenstehenden, langen Armen oder 3—5 strahlenähnlichen. Bis zu 25 Mm. Durchmesser. Recent. 2 Arten.

Astrorhiza, Sandahl 1857 (Ofvers. Kongl. Vet. Ak. Forh. 1857); Carpenter (Qu. journ. micr. sc. XVI.); Leidy (Proc. Ac. Philad. 1875); Normann (Pr. roy. soc. XXV.); Brady (117, I.) (V. 11).

Synon. Haeckelina Bessels (Jen. Zeitschr. IX.), Astrodiscus F. E. Schulze (103).

*) Die ziemlich beträchtliche Literatur über Haliphysema mag hier kurz angegeben werden. Bowerbank, Philos. Transact. 1862. British Spongiadae 1865—66. Proc. Zoolog. soc. 1873. Parfitt, Transact. Devonsh. Assoc. 1868, A. m. n. h. 5. II. Carter, Ann. m. n. h. 4. V. VI. XI. XX. 5. I. Häckel, Jen. Zeitschr. Bd. X.. Kent, S., A. m. n. h. 5. I. u. II. Normann, A. m. n. h. 5. I. Mereschkowsky, A. m. n. h. 5. I. R. Lankester, Qu. j. m. sc. XIX.

Frei; lose oder festere, aus Schlamm oder Sand gebildete Wand. Scheibenförmige Centralkammer mit bis zu 15 armartigen, strahlenförmig gestellten Mündungsfortsätzen, oder aber auch z. Th. mit verzweigten, geweihartigen Armen (A. arenaria Carp.) von sehr mannigfaltiger und z. Th. sehr unregelmässiger Bildung. Auch eiförmige Kammern mit zahlreichen allseitig entspringenden Armen etc. Zuweilen Vereinigung mehrerer Individuen mittels der Armfortsätze. Recent. Artzahl 4. (Fraglich, ob die von Carpenter, Normann und Brady hierher gerechneten Formen sich wirklich zunächst an die A. limicola Sand. anschliessen.)

Aschemonella, Brady (117, I.) schliesst sich Astrorhiza sehr nahe an; 2 oder mehr Armfortsätze entspringen von dem einen Ende der ovalen bis spindelförmigen Kammern und endigen frei oder verbinden sich mit benachbarten Individuen zu mehrkammerigen Gebilden.

Dendrophrya, Wright 1861 (A. m. n. h. 3. VII.).

Lässt sich etwa auffassen als eine Astrorhiza, die mit ihrer Centralscheibe aufgewachsen ist, und zahlreiche sich frei erhebende, verästelte oder aber auf der Unterlage hinkriechende Armfortsätze aussendet. Bis 6 Mm. Durchmesser. Recent. 2 Arten.*)

c. Schale ein vielfach verästeltes, zartes Röhrenwerk darstellend.

Rhizammina, Brady 1879 (117, I.).

Frei; unregelmässig verästeltes Netzwerk oder algenartiges Gewebe (bis zu 25 Mm. im Durchm. erreichend). Recent. Artzahl 1.

Sagenella, Brady 1879 (117, I.) (V. 16).

Aufgewachsen in ganzer Ausdehnung; dichotomisch verästelt, Aeste anastomosirend. (Gesammtdurchmesser bis zu 6 Mm.) Recent. Artzahl 1.

d. Mono- bis polythalam, Kammern kugel- bis eiförmig, mit terminaler, häufig röhrenförmig verlängerter Mündung. Polythalame Formen mit nodosaria-artig aufgereihten Kammern.

Saccammina, Sars 1865 (80); Brady (117. I.) (V. 13).

Synon. Carteria Brady 1869 (A. m. n. h. 4. VII.).

Char. Frei, mono- oder polythalam. Kammern sphärisch bis spindel- und birnförmig; die Kammern der polythalamen Formen durch Verbindungsröhren in gerader Linie nodosaria-artig aufgereiht. (Kammerlänge bis zu 3 Mm.) Lebende Arten 1. Fossil seit Kohlenformation.

Webbina, d'Orb. 1839; Brady (117, I.).

Synon. Trochammina P. u. J. (62, XIII.), Carp. p. p.

Aehnlich Saccammina, jedoch in ganzer Länge aufgewachsen; aufgewachsene Fläche ähnlich Nubecularia unvollständig. Zusammenreihung der Kammern der polythalamen Formen häufig sehr unregelmässig werdend. Recent. Zahl der Arten ca. 2.

*) Dawson führt noch zwei von ihm gefundene Gattungen von Sandrhizopoden auf (91), Hippocrepina und Rhabdopleura (mit ?), die zwar durch beigefügte Holzschnitte dargestellt, jedoch nicht weiter geschildert werden; wir begnügen uns daher hier mit dem Hinweis auf diese Formen.

Anhang:

Trochammina, P. u. J. 1859 (62, n.); Carp. (74); Brady (117. I.).

Bekanntlich wurden die sandschaligen marinen Rhizopoden von P. u. J., sowie Carpenter in nur 3 Gattungen gebracht und in der Familie der Lituolida unter den Imperforata zusammengestellt. Von diesen 3 Gattungen hat sich Valvulina als sicher zu den Perforata in die Nähe von Bulimina gehörig ergeben; die Gattung Lituola wurde schon früher besprochen; die Gattung Trochammina hingegen umschloss eine grosse Zahl in ihren Gestaltsverhältnissen ungemein verschiedener, mono- und polythalamer Formen, die nur durch die feinere Beschaffenheit ihrer Schalenwände zusammengehalten wurden. Dieselben setzen sich nämlich aus feinen Sandkörnchen zusammen, die so innig verbunden sind, dass die Aussenfläche der Schale stets glatt, ja z. Th. wie polirt erscheint; auch die Innenfläche ist glatt und niemals mit labyrinthischen Auswüchsen bedeckt. Brady hat dieses proteïsche Geschlecht schon in die Untergattungen Ammodiscus Reuss, Trochammina s. str., Hormosina und Webbina d'Orb. zerlegt; wir glaubten, wie dies auch schon von Zittel durchgeführt wurde, diese einzelnen sogen. Untergattungen denjenigen kalkschaligen Formen anschliessen zu sollen, denen sie durch ihre Gestaltbildung am nächsten kommen. Es bliebe hiernach nur die sogen. Untergattung Trochammina s. str. Brady übrig (da Hormosina im Anschluss an die Nodosarien besprochen werden wird). Diese umfasst polythalame, rotaloid, trochoid oder nautiloid aufgerollte Formen, die sich in ihrer Gestaltung z. Th. den kalkschaligen Rotalinen oder Nonioninen, z. Th. auch Pullenia, Globigerina und Haplophragmium so nahe anschliessen, dass wir sehr geneigt sind, sie in die Nähe dieser zu stellen. Da wir jedoch keine eigenen Erfahrungen über diese Formen besitzen, so glauben wir zunächst auf diese Verhältnisse nur hinweisen zu sollen und hoffen, dass künftige Untersuchungen über die Stellung dieser Formen wohl bald entscheiden werden. Wahrscheinlich wird wohl das Genus Trochammina am besten gänzlich eingezogen werden.

II. Unterordnung Perforata, Carp. 1862 (+ pars Lituolidarum).

Grossentheils kalkschalig, hyalin und perforirt; zum kleineren Theil hingegen sandig und zwar bis zur völligen Verdrängung und Schliessung der Poren. Mono- und polythalam.

Gruppe Lagenidae, Carp. 1862.

Mono- und polythalam. Wände hyalin und sehr fein perforirt. Polythalame Formen mit einfach gebauten Scheidewänden, da die Wandung jeder neuen Kammer nicht allseitig gebildet wird, sondern der hintere Abschluss von dem zur Scheidewand werdenden Vordertheil der vorhergehenden Kammer formirt wird. Eigentliches sogen. Zwischenskelet und

Kanalsystem fehlt daher, hingegen Auflagerungen von nicht perforirter secundärer Schalensubstanz recht verbreitet. Mündung gewöhnlich charakteristisch, etwas röhrenförmig verlängert und meist von radialen, strahlenartigen Furchen umstellt.

1. Familie. Rhabdoina, M. Sch. 1854.

Char. Mono- und polythalam. Polythalame Formen durch gerade oder schwach gebogene bis spiralig eingerollte Aufreihung der Kammern gebildet.

Lagena, Walker u. Jacobs 1784; Williamson (An. m. n. h. 2. I.); Reuss (Sitzb. d. Ak. Wien 1863); Jones, O. R. (Transact. Lin. soc. XXX.) (VII. 2—22).

Synon.*) Serpula (Lagena) W. u. J., Vermiculum Montagu, Serpula Maton a. Rackett, Pennant, Turton, Lagenula Montfort, Fleming etc., Oolina d'Orbigny, Reuss etc., Miliola, Cenchridium Ehrbg., Entosolenia Ehrbg., Will., Ovulina Ehrbg. etc., Apiopterina p. p. Zborz., Fissurina Reuss etc., Amphorina d'Orb. etc., Amygdalina, Phialina Costa, Seguenza, Tetragonulina, Trigonulina, Obliquina Seguenza.

Char. Einkammerig, frei, kalkig, monaxon. Ei- bis spindelförmig. Meist eine polare Mündung, selten beiderseits geöffnet. Skulpturverhältnisse sehr mannigfaltig. Mündung z. Th. in nach Innen tief hinabsteigende Röhre ausgewachsen (Entosolenia); zuweilen bei starker Schalenabplattung spaltartig (Fissurina). Lebende Arten sehr zahlreich (ca. 40—50). Fossil seit Kohlenformation.

Nodosarina, P. u. J., Carp. 1862.

Frei, polythalam, kalkig. Kammern in gerader bis schwach bogiger Axe aufgereiht. Mündung terminal oder etwas seitlich gerückt.

Untergenera von Nodosarina:

Nodosaria, Lamck. 1816 (VIII. 14).

Synon. Nautilus Linné etc., Orthoceras Gualtieri etc., Orthocera Lamck. etc.

Schale cylindrisch bis schwach konisch, Kammern in gerader Axe aufgereiht, sich nicht umfassend oder durch Verbindungsröhren getrennt. Mündung central. Fossil bis zu 1 Zoll lang. Lebende Arten ca. 12. Fossil seit Dyas (Kohlenformation?).

Lingulina, d'Orb. 1826 (VII. 23).

Geradaxig; parallel der Axe stark comprimirt, Mündung daher schlitzförmig. Kammern dicht aufeinandergepresst bis etwas umfassend. Lebend ca. 2 Arten. Fossil seit Trias. (Lingulinopsis Reuss ausgezeichnet durch spiralige Einrollung der Anfangskammern.)

Glandulina, d'Orb. 1826 (VII. 25).

Synon. Nautilus (Orthoceras) Batsch.

Von Nodosaria unterschieden durch Umfassung der vorderen Hälfte

*) Nach Parker u. Jones (81).

der älteren Kammern von Seiten der jüngeren. Gesammtgestalt etwa eiförmig. Lebende Arten ca. 1. Fossil seit Trias. (Psecadium Reuss wird durch etwas gebogene Schalenaxe charakterisirt.)

Orthocerina, d'Orb. 1826.

Synon. Triplasia Reuss, Rhabdogonium Reuss.

Geradegestreckt, Kammern dicht aufeinandergesetzt, sich ziemlich rasch vergrössernd. Querschnitt drei- oder vierseitig, daher Gesammtgestalt etwa umgekehrt drei- oder vierseitige Pyramide. Mündung einfach rund. Lebende Arten 1. Fossil seit ob. Jura. (Dentalinopsis Reuss ist eine Orthocerine mit Uebergang in dentalina-artig gebogenes Wachsthum. Kreideformation.)

Dentalina, d'Orb. 1826.

Synon. Orthoceras, Nautilus, Orthocera u. Nodosaria Autor. p. p.

Ganz ähnlich Nodosaria, jedoch Axe schwach bogig gekrümmt; Mündung fast stets excentrisch an die concave Krümmungsseite gerückt. Lebende Arten ca. 14. Fossil seit Dyas (Kohlenformation?).

Vaginulina, d'Orb. 1826.

Synon. Orthoceras, Nautilus, Orthocera Autor., Dentalina Will. p. p., Spirolina Brown, Citharina d'Orb.

Unterscheidet sich von Dentalina hauptsächlich durch seitliche Compression, schwach gebogen bis nahezu gerade. Lebende Arten ca. 8. Fossil seit Rhät. Stufe.

Rimulina, d'Orb. 1826 (VII. 24).

Wie Vaginulina. Mündung jedoch schlitzförmig und auf die convexe Krümmungsseite der Kammern verlängert. Lebende Arten 1. Fossil seit Tertiär.

Frondicularia, d'Orb. 1826; Reuss (Sitzb. d. k. böhm. Ges. 1860).

Synon. Mucronina d'Orb.

Aehnlich Glandulina, jedoch Umfassung der Kammern noch vollständiger bis zu gänzlichem Einschluss der älteren durch die jüngeren. Parallel der Hauptaxe sehr stark blattförmig comprimirt. Mündung einfach, terminal, eng. Lebende Arten ca. 7. Fossil seit Rhät. Stufe.

Flabellina, d'Orb. 1839; Brady (117, II.) (VII. 26).

Unterscheidet sich von der vorhergehenden Gattung durch spiralige Einrollung oder unregelmässige Zusammenhäufung der Anfangskammern. Lebende Arten 2. Fossil seit Trias.

Marginulina, d'Orb. 1826.

Synon. Nautilus, Orthoceras, Orthocera, Cristellaria, Orthocerina, Hemicristellaria Autor.

Unterscheidet sich von Dentalina und Vaginulina durch die spiralige Einrollung der Anfangskammern. Mündung excentrisch und auf die convexe Krümmungsseite der Schale gerückt. Uebergangsform zwischen Dentalina und Cristellaria. Lebende Arten ca. 9. Fossil seit Trias.

Cristellaria, Lamck. 1816 (VII. 27, VIII. 10).

Synon. Nautilus Aut. p. p., Lenticulites u. Lenticulina Lamck. etc., Polystomella Lamck., Nummularia p. p. Sorby, Nummulina p. p. d'Orb., 16 verschiedene Genera bei Montf., Planularia, Saracenaria Defr., d'Orb., Robulina d'Orb. etc, Hemicristellaria. Hemirobulina Stache.

Völlig spiralig symmetrisch eingerollt und involut; Septen und daher auch Kammernähte recht schief nach vorn zur Spiralaxe geneigt. Kammerzahl der Umgänge ca. 8—9. Mündung nodosaria-artig, am peripherischen convexen Krümmungsrand gelegen; zuweilen schlitzförmig bis dreiseitig (Robulina d'Orb.). Häufig Kiel oder Nabelknopf. Lebende Arten ca. 20. Fossil seit Trias.

Anhang zur Familie der Rhabdoina.

Conulina, d'Orb. 1839.

Frei, kalkig; Kammern zahlreich nodosaria-artig in gerader Axe aufgereiht, sehr niedrig und rasch in die Breite wachsend, daher Gesammtgestalt etwa umgekehrt konisch. Statt einfacher Mündung zahlreiche Poren auf Endfläche. (Zugehörigkeit zu Perforata bis jetzt noch nicht constatirt.) 1 Art lebend. Kreideformation?

Wir schliessen hier ferner noch eine Anzahl sandschaliger Formen an, die von den englischen Forschern gewöhnlich als Untergeschlechter der Gattungen Lituola und Trochammina betrachtet und auch dementsprechend als imperforat bezeichnet werden. Die grosse Uebereinstimmung in den allgemeinen Bau- und Wachsthumsverhältnissen, welche diese Formen z. Th. wenigstens mit den kalkschaligen Nodosarien zeigen, lässt ihre einstweilige Einreihung an dieser Stelle nicht ungerechtfertigt erscheinen.

Hormosina, Brady 1879 (117, I.) (V. 15).

Frei, monothalam, lagena-artig; oder polythalam nodosaria-artig. Feinsandig glatt, daher von Brady als Untergeschlecht von Trochammina betrachtet. Recent. 2 Arten.

Reophax, Montf. 1808; Brady (105 u. 117, I.) (V. 8 u. 14).

Synon. Lituola p. p. P. u. J., Carp., Dentalina Aut. p. p.

Frei, monothalam lagena artig, oder polythalam nodosaria-artig, gerade bis gekrümmt. Rauhsandig. Mündung einfach; Kammerhöhlungen ohne labyrinthische Einwüchse. Lebende Arten ca. 7. Geolog. Verbreitung?

Haplostiche, Reuss 1861.

Wie Reophax, jedoch Kammerhöhlungen durch labyrinthische Einwüchse in zahlreiche unregelmässige Kämmerchen getheilt; Mündung daher dendritisch bis zusammengesetzt. Recent? Fossil Dyas.

Polyphragma, Reuss.

Synon. Lichenopora Reuss.

Aehnlich Haplostiche, jedoch mit Anfangsende festgewachsen. Mündung siebförmig. Fossil. Kreideformation. (Noch zweifelhafter hinsichtlich

ihrer Stellung sind die beiden von Brady aus der Kohlenformation und dem Dyas beschriebenen sandschaligen Gattungen Nodosinella und Stacheia (105), wir versuchen es hier nicht, dieselben zu charakterisiren.)

2. Familie. Polymorphinina.

Char. Polythalam, kalkig; Kammern in hoher Schraubenspirale aufgerollt, mit mehr oder weniger deutlicher zwei- bis dreizeiliger Anordnung.

Polymorphina, d'Orb. 1826 (emmend. Br., P. u. J. Transact. Linn. soc. XXVII.); Alcock (Qu. j. m. sc. VII. u. Mem. of litter. a. philos. soc. Manchester III.) (VIII. 4).

Synon.*) Polymorphium Soldani p. p., Serpula W. u. J., Anthusa, Cantharus, Misilus Montf., Renoidea Brown p. p., Aulostomella Alth., Raphanulina, Apiopterina p. p. Zborz., Prosoporus, Grammostomum, Strophoconus, Bigenerina, Vaginulina, Pleurites, Sagrina, Sphaeroidina p. p. Ehrbg., Globulina, Guttulina, Pyrulina d'Orb., Rostrolina, Atractolina v. Schlicht.

Meist frei; Kammern mehr oder minder deutlich zweizeilig geordnet und ziemlich schief zur Hauptaxe, blasig aufgetrieben oder Schale äusserlich gleichmässig abgerundet. Jüngere Kammern die älteren in sehr verschiedenem Grad überdeckend. Mündung rundlich bis spaltförmig, meist etwas zitzenförmig verlängert (lagena-artig), am vorderen Ende der Kammern ziemlich axial gelegen. Aeussere Sculpturen mannigfach, z. Th. abnorme Wachsthumserscheinungen. Lebende Arten ca. 22. Fossil seit Trias (Silur?).

Untergattung Dimorphina, d'Orb. 1826.

Synon. Orthoceratium Sold. p. p.

Von Polymorphina unterschieden durch den Uebergang der jüngeren Kammern in gestreckt einzeiliges, nodosaria-artiges Wachsthum. Lebende Arten 1. Fossil seit Tertiär.

Uvigerina, d'Orb. 1826 (VIII. 31). Untergattung Sagrina (Sagraina) d'Orb. 1839.

Synon. Polymorphium Soldani p. p.

Frei. Mehr oder minder deutlich dreizeilig, jedoch zuweilen mit Uebergang der jüngeren Kammern in zwei- und einzeiliges nodosaria-artiges Wachsthum (Sagrina d'Orb.). Mündung lagena-artig. Zahl der lebenden Arten ca. 14.

Familie Globigerininae, Carp. 1862 (p. p.).

Char. Mono- bis polythalam, chitinös, kalkig, (hyalin) oder sandig; Perforation gewöhnlich (jedoch keineswegs durchaus) grob und ziemlich weit gestellt. Mündung im Gegensatz zu den Lagenidae gewöhnlich schlitzförmig und nicht röhrenförmig ausgezogen. Scheidewände fast stets

*) Nach Brady, P. u. J. l. c.

einfach und daher Kanalsystem und sogen. Zwischenskelst nur bei einigen Formen entwickelt. (Wie sich aus dieser Aufzählung ergibt, ist es nicht wohl möglich, diese immerhin recht natürlich erscheinende Formenreihe durch gewisse feststehende Charaktere scharf zu definiren.)

Unterfamilie Globigerinae, Carp. 1862 (p. p.).

Monothalam oder polythalam und dann die in niedriger Schraubenspirale oder symmetrischer Spirale aufgerollten Kammern blasig, kugelig aufgetrieben und gewöhnlich (jedoch nicht immer) die Kammermündungen getrennt in gemeinsame Nabelhöhle mündend.

Microcometes, Cienk. 1876 (104a); Entz (110) (IV. 5).

Schale kugelig, häutig (chitinös) mit 1—5 (häufig 3) porenartigen Mündungen. Thierkörper füllt die Schale nicht aus. Pseudopodien lang, verästelt oder unverästelt, nicht anastomosirend. 1 Nucleus; contractile Vacuolen mehrfach. Lebende Arten 2. Süsswasser und Salzteich bei Klausenburg.

? Orbulina, d'Orb. 1839; Pourtalès (Sillim. americ. j. 1858); M. Schultze (Arch. f. Nat.-G. 1860 I.); Reuss (Sitzber. d. k. böhm. Ges. 1861); Wallich (s. b. Globigerina); Owen (J. Linn. soc. Zool. IX.); Alcock (Mem. lit. a. philos. soc. Manchester III.); Thomson a. Murray (Proc. roy. soc. 23); Brady (117, II.) (VII. 30).

Synon. Sphaerula Sold.

Homaxon, kugelig. Zweierlei Poren, zahlreichere feinere und gröbere, weitergestellte. Grössere Kammeröffnung meist fehlend (ihr Vorkommen überhaupt nicht ganz sicher). Aeusserlich im intakten Zustand meist lang bestachelt (ob immer?). Häufig eine kleinere Globigerinaschale einschliessend. Lebende Arten 2. Fossil seit Rhät. Stufe. (Ueber die Berechtigung der Trennung dieser Formen von Globigerina sind, wie schon früher bei Gelegenheit der morphologischen Besprechung des Schalenbaues und der Fortpflanzung näher ausgeführt wurde, die Ansichten sehr getheilt. Brady (117, II.) führt sie neuerdings als Untergeschlecht von Globigerina auf. Wenn jedoch, wie Carpenter und andere Beobachter versichern, häufig keine innere Globigerinaschale zu finden ist, so könnte bis auf weiteres wenigstens für solche Formen die Gattung Orbulina reservirt werden.)

Globigerina, d'Orb. 1826; Wallich (Deep sea research. London 1876); Thomson and Murray (Proc. roy. soc. 23); Brady (117, II.); Hertwig (Jen. Zeitschr. XI.) (VIII. 9).

Synon. Polydexia Ehrbg., Rhynchospira Ehrbg., Coscinospira Stuart.

Polythalam, kalkig, Kammern kugelig; meist in flacher Schraubenspirale aufgerollt und die Kammern rasch an Grösse wachsend. Zuweilen jedoch nahezu oder völlig symmetrisch spiralig. Halbmondförmige Mündungen entweder sämmtlich in die weite Nabelhöhle getrennt führend, oder nur die der letzten Kammer frei und unbedeckt. Zuweilen auf Oberseite accessorische Kammermündungen in verschiedener Zahl

auftretend. Meist äusserlich lang bestachelt (ob immer?). Lebende Arten ca. 13. Fossil seit Trias.

Untergenus Hastigerina, Wyw. Thomson 1876 (IX. 1).

Synon. Nonionina (pelagica) d'Orb., Globigerina P. u. J.

Aehnlich Globigerina; symmetrisch spiralig, gänzlich involut, Mündung der letzten Kammer allein nach aussen geöffnet, gross. — Lang gestachelt. Lebende Arten ca. 1—2. Fossil?

Candeina, d'Orb. (Mod. 1826) 1846; Brady (117, II.).

Polythalam, kalkig, schraubenspiralig (3 Kammern gewöhnlich auf 1 Umgang). Kammern kugelig und rasch anwachsend. Statt einfacher Mündung Reihen von grossen Poren längs der Kammernähte. Recent. Artzahl 1.

Cymbalopora, Hagen. 1850 (IX. 4).

Synon. Rosalina d'Orb. p. p.

Char. Kalkig, frei, feinporös, globigerina-artig schraubenspiralig beginnend, jedoch in cyklisches Wachsthum übergehend. Gesammtgestalt flach kegelförmig mit tiefer Nabelhöhle. Kammeröffnungen führen getrennt in diese Nabelhöhle. Lebende Arten ca. 4. Fossil seit Kreide.

Carpenteria, Gray 1858; Carpenter (57, 4. ser., 74); Carter (A. m. n. h. 4. XVII. XIX. XX.); Möbius (Palaeontographica XXV.) (IX. 2).

Synon. Raphidodendron (Möbius) Carp.

Kalkig, aufgewachsen. Kammern schraubenspiralig aufgerollt bis sehr unregelmässig. Gesammtgestalt etwa kegelförmig, Kammeröffnungen führen in axialen Centralraum, der auf freiem Kegelende mündet. Zuweilen diese Mündung in einfache oder baumförmig verästelte Röhre auswachsend. Kammern durch Secundärsepten mehr oder minder untergetheilt. Hauptscheidewände doppelt und Kanalsystem schwach entwickelt. Recent. Arten ca. 2—3.

Anhang zur Unterfamilie der Globigerinae.

Wir reihen hier noch eine Anzahl bezüglich ihrer Stellung zweifelhafter Sandrhizopoden an, die einen orbulina-artigen Bau zeigen.

Psammosphaera, F. E. Sch. 1875 (103); Brady (117, I.) (V. 6).

Frei oder aufgewachsen, sphärisch, ohne grössere Mündungsöffnung. Wand dick, äusserlich rauh. 2—4 Mm. Durchm. Recent. 1 Art.

Stortosphaera, F. E. Sch. 1875 (103).

Frei, sphärisch; äusserlich von dichtstehenden, nicht geöffneten Zacken bedeckt. Ohne Schalenmündung. Recent. 1 Art.

Thurammina, Brady 1879 (117, I.) (V. 5).

Synon. Lituola Carp. (The Microsc. 5. edit.).

Meist frei; monothalam, sphärisch; mit oder ohne Hauptmündung auf kurz röhrenförmigem Hals; stets jedoch noch in verschiedener Zahl auf Tuberkeln über die ganze Schale verbreitete Nebenmün-

dungen. Zuweilen mehrere Individuen äusserlich zusammenhängend. Feinsandig. Recent. Artzahl 3.

Sorosphaera, Brady 1879 (117, I.).

Frei; polythalam; Kammern sphärisch bis etwas unregelmässig. In unregelmässig acervuliner Weise zusammengehäuft, Kammer hierbei z. Th. nur halbkugelig ausgebildet. Keine Mündungen oder Communikationen zwischen den Kammern. Durchm. 4—5 Mm. Recent. 1 Art.

Unterfamilie Cryptostegia, Reuss 1861.

Kalkig, frei, hyalin, feinporös; polythalam. Kammern etwa ovoid, völlig oder doch sehr involut. In gerader Axe aufgereiht oder zwei- bis dreizeilig geordnet. Mündung quer schlitzförmig, an einem Pol der Kammern gelegen.

Ellipsoidina, Seguenza; Brady (A. m. n. h. 4. I.).

Kammern in gerader Linie aufgereiht, die jüngeren die älteren successive völlig umfassend und einschliessend, durch eine säulenartige Verbindung ihrer vorderen Pole zusammenhängend. Mündungen der Kammern am vorderen Pol, an der Basis dieser Säule, schlitzförmig und durch Querbrücken in eine Anzahl secundärer Oeffnungen getheilt. Fossil. Miocän (1 Art).

Chilostomella, Reuss 1849; Brady (117, II.).

Kammern ovoid, sich nahezu völlig umfassend, alternirend zweizeilig geordnet, so dass die schlitzförmigen, queren Mündungen bald an dem einen, bald an dem andern Pol der Schale liegen. (Allgemeine Bauverhältnisse ganz entsprechend der sogen. Uniloculina unter den Imperforata.) Lebende Arten 1. Fossil seit Tertiär.

Allomorphina, Reuss 1849; Brady (117, II.).

Aehnlich Chilostomella und verhält sich zu dieser etwa so, wie Triloculina zu Uniloculina. Also Kammern sich weniger umfassend und äusserlich 3 sichtbar. Lebende Arten 1. Fossil seit oberer Kreideformation.

Unterfamilie Textularidae, Carp. 1862.

Polythalam, kalkig und sandig; in meist hoher Schraubenspirale zwei-, mehrzeilig oder ohne Ausprägung von Zeilen aufgerollt. Meist ziemlich grob perforirt.

Textularia, Defr. 1828 (Textilaria); Parker u. J. (62, h.).

Kammern alternirend zwei-, selten dreizeilig entlang der Hauptaxe aufgereiht. Gesammtgestalt stets mehr oder weniger umgekehrt kegel- bis keilförmig. Mündung meist an Basis der axialen Kammerfläche, halbkreisförmig bis halbmond- und schlitzförmig, seltener mehr terminal.

Untergattungen:

Textularia s. str. (VIII. 5).

Synon. Polymorphium Sold. p. p., Loxostomum, Clidostomum, Rhynchoplecta, Proroporus p. p. Ehrbg.

Regulär zweizeilig, häufig stark in der Medianebene beider Kammerreihen abgeplattet, Mündung meist normal. Grössere Formen häufig etwas sandig. Lebende Arten ca. 25. Fossil seit Kohlenformation. (Plecanium nannte Reuss sandschalige, echte Textularien.)

Bigenerina, d'Orb. 1826.

Synon. Gemmulina d'Orb.

Aehnlich Textularia, jedoch jüngere Kammern in einreihiges Wachsthum übergehend. Meist etwas sandig. Lebende Arten ca. 5. Fossil seit Kohlenformation. (Climacimma nennt Brady (105) bigenerina-artige und angeblich imperforirte, innerlich labyrinthische Formen der Kohlenformation.)

Grammostomum, Ehrbg.

Synon. Vulvulina d'Orb.

Regulär zweizeilig; sehr stark comprimirt. Mündung spaltförmig parallel der Abplattungsebene. Lebende Arten ca. 4. Fossil seit Kohlenformation. (Schizophora Reuss unterscheidet sich von Grammostomum durch Uebergang in einzeiliges Wachsthum. Tertiär.)

Verneuilina, d'Orb.

Synon. Tritaxia Reuss.

Dreizeilig. Mündung axial oder terminal. Gaudryina d'Orb. (emmend. P., J. u. Carp.) ist eine Verneuilina mit Uebergang in zweizeiliges, Clavulina d'Orb. (emmend. P., J. u. Carp.) hingegen mit Uebergang in einzeiliges Wachsthum. Lebende Arten ca. 8. Fossil seit Kreideformation.

Cuneolina, d'Orb. 1839.

Frei; Textularia mit starker Abplattung, jedoch senkrecht zu der bei Textularia gewöhnlichen Richtung. Jüngere Kammern rasch sich verbreiternd, daher Gesammtgestalt fächerförmig. Statt einfacher Mündung eine Reihe grosser Poren. Lebende Arten 1. Fossil seit Kreideformation.

Pavonina, d'Orb. 1826; Brady (117, II.) (VIII. 13).

Anfangskammern textularia-artig aufgereiht; spätere einzeilig; sehr stark abgeplattet und sich sehr rasch verbreiternd; Gesammtgestalt daher fächerförmig. Statt einfacher Mündung 1 Reihe von Poren auf der Endfläche. Recent. 1 Art.

Bulimina, d'Orb. 1826.

Frei, kalkig oder etwas sandig; in hoher Schraubenspirale aufgerollt mit 2 bis zahlreichen Kammern auf 1 Umgang; wenig bis recht involut. Gesammtgestalt stets ziemlich gestreckt kegelförmig bis cylindrisch. Besonders charakteristisch Mündung. Der Windungsaxe zu gerichtet und

parallel dieser meist länglich schlitzförmig ausgezogen. Vorderes Ende des Schlitzes häufig etwas erweitert, dann etwa kommaförmige Gestalt der Mündung; Ränder häufig lippenförmig aufgewulstet und etwas übereinander geschoben. Fossil seit Triasformation.

Untergenera:

Bulimina s. str.

Deutlich schraubenspiralig, zuweilen, jedoch wenig deutlich, Neigung zu drei- oder zweizeiliger Anordnung, z. Th. sogar in einreihige übergehend. Zuweilen Neigung zur Involubilität. Lebende Arten ca. 13. (Ataxophragmium nennt Reuss sandige Buliminen.)

Robertina, d'Orb. 1846, soll sich nach d'Orbigny hauptsächlich dadurch von Bulimina unterscheiden, dass die Kammern noch durch eine secundäre Scheidewand untergetheilt werden. (Carp. definirt hingegen dieses Untergenus etwas anders.) Lebend.

Virgulina, d'Orb. 1826.

Synon. Grammobotrys Ehrbg.

Dünne, kalkige, langgestreckte Schale, mehr oder weniger deutlich zweizeilig. Lebende Arten ca. 3.

Bolivina, d'Orb. 1839.

Ganz regelmässig zweizeilig, jedoch Mündung ganz bulimina-artig. Lebende Arten ca. 6.

Valvulina, d'Orb. 1826 (VII. 34—36).

Synon. Clavulina, Virgulina, Robertina, Bolivina d'Orb. p. p.

Frei oder angewachsen; sandig (in der Jugend jedoch deutlich hyalin und perforirt). Schraubenspiralig und häufig dreizeilig. Gesammtgestalt dreiseitig pyramidal, kegel- oder kreiselförmig. Zuweilen auch ins einzeilige übergehend (Clavulina d'Orb. p. p.). Mündung gewöhnlich bogenförmiger Schlitz mit zungenförmigem Vorsprung des einen Randes (Hauptcharakter). Lebende Arten ca. 10. Fossil seit Kohlenformation.

Chrysalidina, d'Orb. 1846.

Kalkig, frei, regulär dreizeilig, Kammern sehr niedrig und sehr schief zur Hauptaxe gerichtet. Aeussere Kammernähte hingegen horizontal. An Stelle grösserer Mündung eine Anzahl grober Poren. Lebende Arten 1. Fossil seit Kreideformation.

Cassidulina, d'Orb. 1826 (VIII. 6).

Kalkig, frei, feinporös; Kammern textularia-artig, zweizeilig aufgereiht, jedoch Aufreihungsaxe nicht gerade gestreckt, sondern spiralig symmetrisch oder ganz niedrig schraubig aufgerollt. Letzter Umgang die vorhergehenden einhüllend. Mündung lang schlitzförmig, asymmetrisch gelegen. (Untergatt. Ehrenbergina Reuss (VII. 33), hier die spiralige Einrollung auf Anfangstheil der Schale beschränkt.) Lebende Arten ca. 6. Fossil seit Miocän.

Unterfamilie Rotalinae, Carp. (74); Parker u. J. (Qu. journ. geol. soc. 1872).

Polythalam, gewöhnlich grobperforirt; kalkig (jedoch wohl nicht durchaus); niedrig schraubenspiralig aufgerollt, so dass auf der apicalen Fläche sämmtliche Kammern, auf der basalen hingegen nur die des letzten Umgangs sichtbar sind. Zuweilen jedoch auch zu völlig symmetrischer Aufrollung übergehend. Bald die apicale, bald die basale Seite mehr hervorgewölbt. Mündung meist schlitzförmig, bald mehr auf die apicale, bald mehr auf die basale Fläche gerückt. Scheidewände gewöhnlich einfach, nur bei Rotalia doppelt und mit Kanalsystem. Häufig in abnorme Wachsthumsverhältnisse übergehend.

Discorbina, Lamck. (P. u. J. emmend.) 1804 (IX. 6).

Synon. Discorbites, Rotalia, Rosalina, Valvulina, Asterigerina, Anomalina und Globigerina d'Orb. p. p., Rotalia Will. p. p.

Frei, kalkig, niedrige Schraubenspirale mit mehr oder weniger emporgewölbter Apicalseite. Basalseite flach. Kammern sphärisch, meist aufgebläht. Ziemlich grob porös. Mündung excentrisch, hauptsächlich auf Basalseite, schlitzförmig. Nabelhöhle der Basalseite meist von nicht perforirter Kalkmasse erfüllt oder von Lamelle solcher überdeckt, welche sternartige Fortsätze in die Septalfurchen aussendet. (Asterigerina d'Orb.) Lebende Arten ca. 20. Fossil seit Kreideformation.

Planorbulina (d'Orb. 1826), P. u. J. (IX. 8).

Synon. Planorbulina, Rotalia, Rosalina, Anomalina, Truncatulina, Planulina, Gyroidina d'Orb. p. p, Acervulina M. Sch.

Kalkig, recht grob porös (vielleicht bezeichnendster Charakter für diese Formen); aufgewachsen mit apicaler Fläche; diese daher abgeplattet, während basale Fläche mehr oder minder hervorgewölbt. Mündung schlitzförmig, auf basale Fläche gerückt.

Untergattungen:

Planorbulina s. str.

Synon. Siphonia Reuss, Acervulina M. Sch.

Flach aufgewachsen, Kammern ziemlich blasig aufgetrieben. Nach einer Anzahl von Umgängen in mehr oder weniger cyklisches Wachsthum übergehend, wobei die Zahl der Kammermündungen sich vermehrt. Lebende Arten ca. 15. Fossil seit Lias. (Acervulina M. Sch. ist eine aus sehr unregelmässig übereinandergethürmten Kammern bestehende Planorbulina, und auch die neuerdings von Carter beschriebene Aphrosine (Journ. micr. soc. Vol. II.) scheint nur eine etwas unregelmässig wachsende Planorbulina zu sein.)

Truncatulina, d'Orb. 1826 (emmend. P. u. J.).

Synon. Lobatula Flem., Polyxenes, Cibicides, Aspidospira, Aristerospira Ehrbg.

Nicht cyklisch auswachsend. Zur Anheftung dienende Apicalfläche abgeflacht, freie Basalfläche stark convex hervorgewölbt. Mündung

charakteristisch (vergl. frühere Beschreibung). Lebende Arten 4. Fossil seit Kohlenformation.

Anomalina, d'Orb. 1826.

Nahezu symmetrisch spiralig, bald mehr planorbulina-, bald mehr truncatulina-artig. Lebende Arten 2.

Planulina, d'Orb.

Nahezu symmetrisch und sehr stark scheibenförmig abgeflacht, nicht cyklisch auswachsend. Lebende Arten 1.

Pulvinulina (d'Orb. 1826), P. u. J. emmend. (IX. 5).

Synon. Rotalia, Planorbulina, Valvulina, Nonionina d'Orb. p. p.

Frei, kalkig, fein porös (sehr wichtiger Charakter). Apicalfläche meist kegelförmig erhaben, Basalfläche mehr oder weniger convex. Z. Th. jedoch auch sehr niedergedrückt. Kammerzahl mässig gross, Nabel der Basalfläche häufig ausgefüllt, ebenso die Kammernähte; häufig gekielt. Mündung auf Basalfläche schlitzartig. Jüngere Kammern zuweilen in eine Art cyklisches Wachsthum übergehend (vermiculat). Lebende Arten ca. 30. Fossil seit Kohlenformation.

Rotalia (Lamck. 1801) P. u. J. emmend.; Williamson (Transact. micr. soc. 2. s. I.) (IX. 3).

Synon. Nautilus Aut. ant. p. p., Rotalia, Rosalina, Gyroidina, Asterigerina und Calcarina d'Orb. p. p.

Frei, kalkig; feinporös; Kammerzahl der Umgänge ziemlich gross; apicale Seite flach oder wenig erhoben, Basalseite ziemlich flach bis kegelförmig erhoben. Mündung wenig asymmetrisch gelegen bis ganz auf Basalseite gerückt. Nabel und Kammernähte häufig von nichtperforirter Schalenmasse erfüllt. Septen doppelt, mit wohlausgebildetem Kanalsystem. Lebende Arten ca. 13. Fossil seit Kreideformation. (Oberer Jura?)

Calcarina, d'Orb. 1826; Carp. (57, 4. s.) (IX. 7).

Synon. Siderolithes Lamck., Siderolina d'Orb., Siderospira, Pleurotrema Ehrbg.

Frei, kalkig, niedere Schraubenspirale, mit wenig sich verdeckenden Umgängen. Hauptcharakter allseitige Umhüllung durch secundäre, von zahlreichen Kanälen (sogen. Kanalsystem) durchzogene Schalensubstanz, die hauptsächlich peripherisch in mehr oder minder zahlreiche einfache oder verzweigte lange Stacheln auswächst. Mündung an Basis der einfachen Septen, gewöhnlich in einer Reihe von groben Poren untergetheilt. Lebende Arten ca. 4. Fossil seit Kreideformation (Kohlenform.? Brady).

Anhang zur Unterfamilie der Rotalinae:

Sandschalige Rotalinen. Es wurde schon früher bemerkt, dass eine Anzahl der sandschaligen, gewöhnlich dem Genus Trochammina beigerechneten Formen wahrscheinlich zu den Rotalinen zu stellen sind.

Polytrema, Risso 1826; Blainv. 1834; M. Schultze (Arch. f. Nat.-G. 1863, I.); Carpenter (74 u. A. m. n. h. 4. XVII.); Carter (A. m. n. h. 4. XVII. XIX. XX. (IX. 11).

Synon. Millepora Pallas, Linné, Esper, Lamck., Pustularia Gray.

Kalkig, aufgewachsen, polythalam spiralig beginnend und hierauf in sehr eigenthümlicher Weise weiterwachsend. Gesammtgestalt baumförmig, mit mehr oder weniger ästig verzweigtem Distalende. Enden der Aeste geöffnet. Meist roth gefärbt. (Ueber die feineren Bauverhältnisse vergl. die früher gegebene Beschreibung.) Recent. 1 Art. (Verwandtschaftliche Beziehungen bis jetzt noch wenig aufgeklärt, von Carpenter, P. u. J. als eine modificirte Rotaline, etwa von Planorbulina sich ableitend, betrachtet. Doch ist die feinere Bauweise so eigenthümlich, dass mir diese Auffassung sehr fraglich erscheint.)

? Parkeria, Carp. 1869 (88); Carter (A. m. n. h. XIX) (V. 23).

Frei; nach Carp. kalksandschalig, nach Carter kalkigfaserig, nicht sandig. Kugelig bis linsenförmig (bis zu 50 Mm. im Durchm.). Aus zahlreichen concentrischen Lamellen, die durch radiäre Pfeiler verbunden werden, zusammengesetzt. Ohne grössere Kammermündung. Im Centrum eine Anzahl in gerader Linie hintereinanderliegender Embryonalkammern, die von Carter auf einen umwachsenen Fremdkörper zurückgeführt werden. Fossil, Kreideformation. (Carter leugnet die Rhizopodennatur der Parkeria und betrachtet sie als das Basalskelet eines Hydractinia ähnlichen Hydroidpolypen.)

Patellina, Will. 1858 (61); Carp. (74) (IX. 9).

Synon. Orbitolina d'Orb. p. p. Aut., ? Cyclolina d'Orb., Conulites Carter (A. m. n. h. 3. VIII).

Ziemlich verschieden und z. Th. bis jetzt noch wenig sicher. Gestalt etwa flach kegelförmig. Spitze des Kegels mit Embryonalkammer, hieran anschliessend der Kegelmantel, gebildet aus halbe Umgänge formirenden Kammern oder aus schraubigspiraliger Röhre. Stets jedoch Untertheilung der Kammern durch zahlreiche secundäre Septen. Von besonderen Kammermündungen nichts bekannt; auf der Aussenfläche eine Anzahl Poren. Kegelhöhle von exogener Schalenmasse mehr oder weniger erfüllt. Hierin z. Th. Ausbildung von Nebenkämmerchen von unregelmässiger oder regelmässigerer Bildung und häufig ganz orbitoides- oder tinoporus-artiger Anordnung. Lebende Arten ca. 3. Fossil seit Kreide. (Wie schon früher bemerkt, scheinen mir die verwandtschaftlichen Beziehungen dieser interessanten Gattung noch keineswegs hinreichend aufgeklärt; ja es scheint mir sogar bis jetzt ihre Zurechnung zu den Perforaten noch nicht gegen jeden Zweifel sichergestellt. Ob die von P.. J. und Carp. ihr angewiesene Stellung bei den Rotalinen sich durch eingehendere Untersuchungen als richtig erweisen dürfte, oder ob nicht doch ein näherer Anschluss an Orbitoides und Tinoporus gerechtfertigt erscheint, wagen wir hier nicht zu entscheiden.

Familie Nummulitinae (Nummulinida Carp. 1862) emmend. Btschli.

Kalkig, selten sandig; hyalin und gewöhnlich fein bis sehr fein porös. Mono- bis polythalam, symmetrisch spiralig aufgerollt, selten etwas asymmetrisch schraubenförmig. Fast stets völlig involut, jedoch häufig die seitlich übergreifenden Partien der späteren Umgänge ohne zwischenbleibende Kammerhöhlungen direct zur Verstärkung der Wand des vorhergehenden Umgangs aufgelegt. Mündung fast stets schlitzförmig an Basis des einfachen oder doppelten Septums gelegen; dieses gewöhnlich nicht perforirt, nur von einer Anzahl grober Poren durchbohrt. Kanalsystem bei den höheren Formen sehr wohl und z. Th. in sehr complicirter Weise entwickelt. Z. Th. mit Uebergang in cyklisches Wachsthum und Untertheilung der Kämmerchen durch Secundärsepta, in ähnlicher Weise wie bei den Orbitolitina unter den Imperforata.

(Die Familie der Nummulitinae ist hier in einem weiteren Sinne gefasst, als dies von Carpenter geschehen, indem ihr eine Anzahl Formen zugesellt wurden, die Carpenter unter den Globigeriniden aufführt oder die erst in neuerer Zeit bekannt wurden. Neben anderen Charakteren scheint mir die ausgesprochene Neigung zu symmetrisch spiraligem und völlig involutem Wachsthum diese Formen hauptsächlich zu verbinden.)

Unterfamilie Involutinae, Btschli.

Monothalam, symmetrisch bis etwas asymmetrisch spiralig, kalkig, cornuspira-artig, jedoch involut, mit Beschränkung der Kammerhöhlung auf die peripherischen Theile der Umgänge.

Involutina (Terqu. 1862), Bornemann emmend. (Z. d. d. geolog. G. 26) Brady (IX. 12).

Kalkig, frei, cornuspira-artig aufgerollt und selten etwas asymmetrisch. Durch Ueberlagerung durch die Schalenlamellen der späteren Umgänge die Nabelhöhlungen ganz ausgefüllt, so dass Umgänge äusserlich nicht sichtbar. Feinere und gröbere Porenkanäle vorhanden (jedoch die feinen, nummulitenartigen Porenkanäle von Archaeodiscus nicht beobachtet, aber doch vielleicht vorhanden). Fossil (Lias). (Problematina nennt Bornemann einige von Terquem beschriebene Involutina-arten, die durch den Besitz von Scheidewänden sich als polythalam erweisen sollen; Silicina (Involutina Terq. p. p.) hingegen sandig-kieselige involutina-artige Formen; beide Gattungen sind jedoch bis jetzt noch zu wenig genau bekannt, um über ihre Stellung mit Sicherheit urtheilen zu können. Lias.)

Archaeodiscus (Archaediscus), Brady (A. m. n. h. 4. XI. u. 105) (IX. 13).

Monothalam, ähnlich Involutina, jedoch die Aufrollung nicht in einer Ebene, sondern wechselnd in verschiedenen. Aeusserlich die Umgänge nicht sichtbar. Gesammtgestalt linsenförmig. Zweierlei Poren. Fossil, Kohlenformation. 1 Art.

Spirillina, Ehrbg. 1841 (emmend. P., J. u. Carp.).

Synon. Oolis Phill., Operculina Reuss etc. p. p., Cornuspira M. Sch. p. p.

Kalkig, frei, symmetrisch bis etwas asymmetrisch aufgerollt und Umgänge nur sehr allmählich anwachsend. Nicht involut. Meist grob porös. Häufig Auflagerungen von exogener Schalenmasse. Lebende Arten ca. 7. Fossil seit Tertiär. (In mancher Hinsicht scheint mir die Gattung Spirillina zunächst an die beiden soeben besprochenen Gattungen sich anzuschliessen, jedoch sind nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen sehr erhebliche Unterschiede nicht zu verkennen. Carp., P. u. J. stellen sie zu den Globigerinida.)

Unterfamilie Pulleninae, Btschli.

Polythalam, kalkig, feinporös, meist frei. Spiralig aufgerollt, zuweilen etwas asymmetrisch. Involut; Kammerzahl der Umgänge gering und Kammern rasch in die Höhe und namentlich auch Breite wachsend, daher Gesammtgestalt mehr oder weniger kugelig. Septa gewöhnlich einfach, daher meist kein Kanalsystem. Mündung meist sehr ansehnlicher Querschlitz an Basis der Septen.

Pullenia, P. u. J. 1862 (IX. 14).

Synon. Nonionina p. p. d'Orb.

Symmetrisch, völlig involut. Kammerzahl auf 1 Umgang 4—5; Höhe der Kammern gering, dagegen Breite recht ansehnlich. Gesammtgestalt kugelig. Mündung sehr breiter, niederer Schlitz an Basis der Septen. Kein Kanalsystem. Septen perforirt (?). Lebende Arten ca. 5. Fossil seit oberer Kreideformation.

Sphaeroidina, d'Orb. 1826 (IX. 15).

Synon. Sexloculina Ǯiž.

Unterscheidet sich hauptsächlich, durch asymmetrisch, seitlich an der Basis der Septen gelegene, kleine halbmondförmige Mündung. Zahl der lebenden Arten 2. Fossil seit oberer Kreide. (Die Hierhergehörigkeit der Sphaeroidina ist etwas fraglich; da sie jedoch ohne Zweifel in nächster Beziehung zu Pullenia steht, so dürfte trotz ihrer Abweichungen ihre Hierherziehung gerechtfertigt erscheinen.)

? Rupertia, Wallich 1877 (A. m. n. h. 4. s. XIX.).

Kalkig, zuweilen jedoch auch etwas sandig, verhältnissmässig grob porös. Ziemlich unregelmässige spiralige Aufrollung. Gesammtgestalt kugelig bis unregelmässig. Kammern äusserlich nicht unterscheidbar. Mündung breit halbmondförmig. Durch dicken, kurzen, aus nicht perforirter Schalenmasse bestehenden Stiel aufgewachsen. Scheidewände imperforirt. Recent. 1 Art. (Die Hierhergehörigkeit dieser Gattung scheint recht fraglich, jedoch scheinen mir die verwandtschaftlichen Verhältnisse noch am meisten auf Pullenia hinzudeuten.)

Endothyra, Phill. 1846; Brady (105); v. Möller (116) (IX. 16).

Synon. Rotalia Hall, Nonionina p. p. Eichwald, Involutina p. p. Brady.

Allgemeine Bildung ähnlich Pullenia. Kammerzahl der Umgänge jedoch bedeutend grösser (bis 20 im letzten Umgang). Kalkig nach Möller (nach Brady angeblich kalksandig), feinporös. Septen einfach, perforirt; Mündung ansehnlich. Fossil, Kohlenformation. (Nach Brady angeblich zu sandigen Imperforata gehörig.)

Cribrospira, v. Möller (116).

Aehnlich Endothyra, jedoch etwas asymmetrisch schraubenspiralig. Mündung gross, jedoch nach v. Möller secundär gebildet, daher der letzten Scheidewand gewöhnlich fehlend. Septa einfach, mit gröberen Poren. Fossil, Kohlenformation.

Bradyina, v. Möller (116) (IX. 17).

Synon. Nonionina Eichwald p. p., Lituola Brady p. p.

Aehnlich Cribrospira, grob perforirt, asymmetrisch. Kammerzahl der Umgänge mässig gross (7—8 im letzten Umgang). Zweiter Umgang mit abgeschnürten Seitenkammern unter der apicalen Windungsspitze. Mündung wie Cribrospira. Septa zweiblätterig mit Kanalsystem und einer Anzahl gröberer Poren. Fossil, Kohlenformation.

Amphistegina, d'Orb. 1826; Williamson (47); Carpenter (57, 3. s.) (X. 1—3).

Kalkig, frei. Etwas asymmetrisch, flach schraubenspiralig; eine Seite mehr convex als die andere. Kammerzahl der Umgänge zahlreich, die Höhlungen erstrecken sich bis nahezu zur Windungsaxe. Höhen- und Breitenzunahme sehr allmählich, daher Gesammtgestalt etwa linsenförmig. Septa stark vorwärts gekrümmt; auf mehr convexer, sogen. Unterseite durch secundäre Septen von jedem Kammerflügel ein secundäres Kämmerchen abgetheilt. Septa einfach, ohne Kanalsystem. Mündungen spaltartig, einseitig auf sogen. Unterseite gerückt. Lebende Arten ca. 3. Fossil seit Kohlenformation. (Diese Gattung neigt sich durch zahlreiche Charaktere schon sehr zu der folgenden Unterfamilie hin, ist daher wohl am besten als eine mit dieser vermittelnde zu betrachten.)

Unterfamilie Nummulitidae.

Symmetrisch, gewöhnlich sehr vielkammerig. Kammern meist nur wenig in die Breite wachsend, daher Gesammtgestalt gewöhnlich, jedoch keineswegs immer, ziemlich abgeflacht. Septa imperforirt, zweilamellig mit mehr oder minder, z. Th. sehr hoch entwickeltem Kanalsystem.

Polystomella, Lamck. 1822; Williamson (46 u. 47); Carpenter (57, 4. ser.) (X. 6, XI.).

Umgänge ziemlich in die Breite wachsend, dagegen in der Höhe nur mässig zunehmend. Gesammtgestalt daher nicht sehr abgeflacht bis

linsenförmig. Kammerzahl der Umgänge gering bis mässig gross. Kanalsystem mehr oder weniger wohlentwickelt. Kein Dorsalstrang.

Untergenus Nonionina, d'Orb. 1826.

Synon. Noniona, Melonis, Florilus, Chrysolus Montf., Pulvillus, Lenticulina p. p., Placentula Lamck., Geoponus Ehrbg.

Mündung einfacher, basaler, halbmondförmiger Schlitz. Kammerhöhlungen einfach ohne zipfelförmige Aussackungen. Nabel z. Th. unausgefüllt. Kanalsystem weniger wohl entwickelt. Lebende Arten ca. 14. Fossil seit Kreideformation. (Durch die einfachsten Formen scheint sich diese Gattung noch ziemlich innig an Pullenia anzuschliessen, die höher entwickelten führen ganz allmählich zu Polystomella s. str. hinüber.)

Untergenus Polystomella s. str.

Synon. Nautilus p. p. L. et Aut. ant., Geophonus, Elphidium, Pelorus, Andromedes, Sporilus Themeon, Calcanthus Montf., Vorticialis Blainv., Polystomatium Ehrbg., Faujasina d'Orb.

Mündung in eine basale Reihe von groben Poren untergetheilt. Kammerzahl der Umgänge ziemlich gross. Kammerhöhlungen peripherisch nach hinten in zipfelförmige Aussackungen fortgesetzt (z. Th. äusserlich wohl sichtbar). Kanalsystem sehr wohl entwickelt. Nabel stets ausgefüllt. Lebende Arten ca. 11. Fossil seit Kreideformation (Kohlenformation?).

Cyclammina, Brady 1876 (Proc. roy. soc. XXV. u. 117, I.).

Synon. Lituola Carp. The Microsc. 5. edit., Carter A. m. n. h. 4. XIX.

Ganz ähnlich Nonionina, jedoch sandschalig. Kammerhöhlungen durch röhrige Auswüchse mehr oder weniger erfüllt. Recent. 1 Art. (Sandige, ganz nonionina-artige Formen hat ferner Brady als Trochammina beschrieben, so Trochammina trulissata [117, I.].)

Operculina, d'Orb. 1826; Carter (An. m. n. h. 2. X.); Carpenter 57, 3. ser.); Parker u. J. (62, g.) (X. 4).

Synon. Nautilus Gronovius, Schroedt., Lenticulites Basterot, Defr.

Wenig Umgänge, sehr rasch, namentlich der letzte, in die Höhe wachsend, dagegen in Breite sehr wenig zunehmend; Gesammtgestalt daher scheibenförmig abgeplattet. Kammerzahl mässig gross. Kammerhöhlungen nicht flügelartig über die Seitenflächen fortgesetzt. Mündung einfach, niedriger Querschlitz. Kanalsystem wohl entwickelt, mit Dorsalstrang. Lebende Arten ca. 2—3. Fossil seit Kreideformation.

Nummulites, Lamck. 1801; Joly et Leymerie (Mém. Acad. sc. de Toulouse 3. s. IV.); Carpenter (43); d'Archiac et Haime, Descript. d. anim. foss. d. groupe Nummulitique de l'Inde. Paris 1853); Parker u. J. (62, g); Gümbel (N. Jahrb. f. Min. 1872); Brady (A. m. n. h. 4. XIII. u. 105); v. Möller (116) (XII. 1—10).

Synon. Helicites Sold., Discolithes, Camerina Brug., Lenticulites Schloth., Lycophris p. p. Rotalites Montf., Nummularia Sowb., Nummulina d'Orb. etc., Orobias Eichw.

Umgangszahl meist sehr gross; Umgangshöhe sehr allmählich

wachsend, Breitezunahme gleichfalls meist gering, daher gewöhnlich scheibenförmig bis linsenförmig, seltener bis kugelig. Kammerzahl der Umgänge sehr gross; letzter Umgang meist cyklisch geschlossen. Mündung einfach. Kanalsystem sehr wohl entwickelt, mit Dorsalstrang.

Unterg. Assilina, d'Orb. (Explanatae d'Arch. et H.) (XII. 4, 5).

Kammerhöhlungen ähnlich Operculina nicht flügelartig über die Seiten bis zum Nabel fortgesetzt, daher die Umgänge äusserlich meist sämmtlich sichtbar.

Unterg. Nummulina, d'Orb. (XII. 1—3, 6—10).

Kammerhöhlungen flügelartig über die Seiten der Schale bis zur Windungsaxe sich fortsetzend, daher äusserlich gewöhnlich nur der letzte Umgang sichtbar. Verhalten der die seitlichen Kammerflügel scheidenden Theile der Septen verschieden, z. Th. einfach radiär verlaufend (Radiata P. u. J. = Plicatae + striatae d'Arch. et H. [XII. 3]); oder sinuös sich hin- und herbiegend (Sinuatae P. u. J. = laeves + sublaeves + pars punctulatarum d'Arch. et H.), oder die gewundenen Septen vielfach anastomosirend und daher die Seitenflügel in zahlreiche secundäre Kämmerchen zerlegt (Reticulata P. u. J. = Reticulatae + Subreticulatae d'Arch. et H.). Lebende Arten ca. 1. Fossil seit Kohlenformation.

Anhang zur Unterfamilie der Nummulitiden.

? Bdelloidina, Carter 1877 (A. m. n. h. 4. XIX.).

Flach aufgewachsen, kalksandig, allgemeine Bauweise erinnert sehr an Peneroplis unter den Imperforata; Mündung eine Reihe die Septen durchsetzender Poren. Obere freie Schalenwand labyrinthisch entwickelt, jedoch nach Carter sicher perforirt. Recent. 1 Art. (Die Stellung dieser Form erscheint bis jetzt ganz zweifelhaft, und haben wir sie daher einstweilen ganz provisorisch hierhergewiesen, da wir ausser Stande sind, mit einiger Sicherheit über ihre verwandtschaftlichen Beziehungen zu entscheiden. Der Nachweis der Perforirung verbietet ihre Unterbringung bei Lituola und Verwandten.)

Unterfamilie Fusulinidae, v. Möller 1878.

Kalkig, frei, feinporös. Regulär spiralig aufgerollt, völlig involut. Umgänge nur mässig in die Höhe wachsend, dagegen sehr rasch in die Breite, so dass die Gesammtgestalt, ähnlich Alveolina unter den Imperforata, kugelig bis in der Windungsaxe langgestreckt, spindelförmig und cylindrisch wird. Kammerhöhlungen bis zur Windungsaxe ausgedehnt, daher die früheren Umgänge völlig von dem letzten verdeckt. Kammerzahl der Umgänge ziemlich hoch. Letzter Umgang durch cyklisches Auswachsen oder in anderer Weise völlig abgeschlossen. Mündung mässig breiter, basaler Querschlitz, symmetrisch gelegen. Septa meist einfach und Kanalsystem selten angedeutet. Durchaus fossil.

Fusulina, Fischer v. W. 1829 (Bullet. s. imp. nat. Moscou 1829); Verneuil (Sill. am. journ. 2. ser. II.) v. Möller (116); (XII. 11—15).

Synon. Alveolina Ehrbg. p. p.

Schale spindelförmig bis cylindrisch. Septa einfache Lamellen; ihr nach der Windungsaxe gerichteter Theil (bis zu $^4/_5$ ihrer Höhe) in wellenförmige, parallel der Höhenlinie der Kammern gerichtete Falten gelegt. Durch Zusammentreffen dieser Falten der benachbarten Septen Bildung zahlreicher secundärer Kämmerchen. (Bis zu 12 Mm. lang.) Kohlenformation.

Schwagerina, v. Möller 1877 (116).

Synon. Borelis Ehrbg. p. p., Fusulina p. p. Meck, Barbot de Marny, Stuckenberg.

Kugelig bis etwas längsgestreckt; Hauptunterschied von Fusulina, dass Septa hier in ihrer grössten Ausdehnung nicht gefältelt und erst bei ihrer Annäherung an die Windungsaxe plötzlich stark wellenförmig sich hin und her falten und sich verzweigend unter einander anastomosiren. Fossil. Obere Kohlen- bis untere Dyasformation.

Hemifusulina, v. Möller 1877 (116).

Allgemeiner Bau sehr ähnlich Fusulina; Septa jedoch doppellamellig mit kanalsystemartigen Interseptalräumen. Grösse gering. Kohlenformation.

Anhang zur Familie der Fusulinida.

Fusulinella, v. Möller 1877 (116).

Synon. Melonia Ehrbg., Borelis p. p. Ehrbg., Alveolina p. p. Ehrbg., Fusulina p. p. Abich, Schwager, Brady.

Gestaltsverhältnisse ähnlich Fusulina. Septa mit mittleren, ebenen und seitlichen, schwach gefältelten Theilen. — Schalenwandungen nach v. M. dicht, imperforirt; sammt den Septa aus zwei Lamellen gebildet, zwischen welchen ziemlich entwickeltes Kanalsystem sich findet. (Bis 5 Mm. Länge.) Fossil. Kohlenformation. (Wie schon früher bemerkt, sind die Beziehungen dieser Form zu den perforirten Fusuliniden so innig, dass sie vorerst, bis zu einer eventuellen Bestätigung ihrer Imperforirtheit, wohl am besten hier zu belassen sein dürfte.)

? Loftusia, Brady 1869 (88); Carter (A. m. n. h. 4. XVII.); Dawson, G. M. (Qu. j. geol. soc. 35) (VII. 1).

Frei, spiralig symmetrisch aufgerollt, völlig involut, ähnlich Fusulinida, Gestalt ellipsoidisch bis linsenförmig. Umgänge sehr nieder (bis 25), durch zahlreiche sehr schiefe Septen in Kammern getheilt, die durch säulenartige, senkrecht sich erhebende Auswüchse der Septen noch in zahlreiche unregelmässige secundäre Kammerräume untergetheilt werden. Kalksandig nach Brady. Aeussere Kammerlamelle dicht (?), innere dickere aus labyrinthischem Werk gebildet, das auch die Septen und säulenartigen Auswüchse bildet. Längsdurchmesser bis 80 Millim. Fossil. Kohlenformation und Tertiär. (Carter ist geneigt, auch diese Form, wegen

ihrer Beziehungen zu der Parkeria, die mir jedoch sehr wenig nahe zu sein scheinen, für das Basalskelet eines Hydroidpolypen zu erklären. Mir scheint die Rhizopodennatur der Loftusia nicht wohl zu bezweifeln, dagegen ihre Stellung sehr unsicher. Ihre Hierherziehung ist daher eine ganz provisorische.)

Unterfamilie Cycloclypidae, Btschli.

Polythalam, mit ursprünglich spiraliger Aufrollung, die späterhin, ähnlich wie bei den Orbitolitina unter den Imperforata, in cyklisches Wachsthum übergeht, oder cyklisches Wachsthum sogleich auf die Centralkammer folgend. Ursprüngliche Kammerräume wie bei den Orbitolitina durch secundäre Septen in Kämmerchen untergetheilt. Gestalt stets scheibenförmig abgeflacht. Primäre und secundäre Septa zweilamellig, mit sehr hoch entwickeltem Kanalsystem.

Heterostegina, d'Orb. 1826; Carpenter (57, 2. ser. (X. 5).

Beginn der Schale symmetrisch spiralig, involut aufgerollt; letzter Umgang sich rasch operculina-artig erhöhend und verflachend. Kammerlänge sehr gering, und die Kammern des letzten Umgangs häufig sehr schief, nahezu parallel mit der Spiralaxe verlaufend, so dass hierdurch Uebergang zu cyklischem Wachsthum angebahnt wird. Mündung an Basis der Primärsepten, ähnlich Operculina. Dorsalstrang entwickelt (bis 12 Mm. Durchmesser). Lebende Arten 1—2. Fossil seit Untertertiär.

Cycloclypeus, Carp. 1856 (57, 2. ser. u. 74 (VI. 3).

Scheibenförmig, kreisrund bis gegen 60 Mm. Durchmesser. Um einfache Centralkammer sogleich Cyklen von radial verlängerten Kämmerchen in einfacher Lage. Seitenflächen der Scheibe von dicker, geschichteter, perforirter Kalkmasse überdeckt. Kanalsystem sehr hoch entwickelt. Lebende Art 1. Fossil seit Miocän.

Orbitoides, d'Orb. 1847; Carpenter (43, 57, 2. ser.); Gümbel (Abh. d. k. bair. Ak. X. 2. Abth.) (XII. 16—21, XIII. 1).

Synon. Nummulites und Lenticulites Aut. p. p., Discolithes Fortis p. p., Lycophrys Defr. p. p., Asteracites Schloth. p. p., Orbitulites Aut. p. p., Hymenocyclus Bronn, Cyclosiphon Ehrbg.

Gestalt und Bau schliesst sich nahe an Cycloclypeus an und unterscheidet sich hauptsächlich dadurch, dass auf beiden Scheibenflächen, zwischen den hier aufeinandergeschichteten Kalklamellen, mehr oder minder zahlreiche Lagen von Nebenkämmerchen sich entwickeln. Grosse Embryonalkammer und diese noch von 3—5 recht grossen Centralkammern in spiraliger Anordnung umgeben; hierauf folgen die kleinen Kämmerchen der Medianlage, gewöhnlich sehr bald in regulär cyklischer Anordnung. Fossil, oberste Kreideformation bis Miocän. Artzahl recht beträchtlich.

Untergenera:

Discocyclina, Gümbel 1868 (XII. 16).

Linsenförmig, oder dünn scheibenförmig; Mediankammern der Peripherie nicht durch Querwände untergetheilt.

Rhipidocyclina, Gümbel 1868.

Linsenförmig; Mediankammern nach der Peripherie zu stark in Höhe und Breite erweitert und durch der Medianebene parallele tertiäre Scheidewände untergetheilt.

Actinocyclina, Gümbel 1868 (XII. 19).

Flach linsenförmig, kreisrund mit zahlreichen strahlenartigen Verdickungen, die vom Centrum der Scheibe auslaufen und durch erweiterte Mediankammern gebildet werden.

Asterocyclina, Gümbel 1868 (XII. 17, 18, XIII. 1).

Aehnliche radiale Verdickungen, wie bei der vorhergehenden Untergattung, diesen entsprechend der Rand der Scheibe ausgewachsen, so dass die Gesammtgestalt polygonal bis sternförmig wird. Erweiterte Mediankammern auch hier untergetheilt.

Lepidocyclina, Gümbel 1869 (XII. 22).

Flach linsen- oder dünn scheibenförmig; Mediankammern auf dem Horizontalschnitt peripherisch halbkreisförmig abgerundet. (Bei den vorhergehenden Untergattungen dagegen rectangulär.)

Anhang zur Unterfamilie der Cycloclypinae.

Tinoporus, de Montf. 1808; Carpenter (57, 4. ser., 74); Carter (A. m. n. h. 4. XIX. u. XX.) (XIII. 2).

Synon. Orbitolina P. u. J., Calcarina d'Orb., Reuss p. p.

Etwa von der Bildung eines Orbitoides, bei welchem die mediane Kammerlage nahezu völlig rudimentär geworden ist. Sie spricht sich nur noch aus in den planorbulina-artig sehr bald in cyklisches Wachsthum übergehenden Anfangskammern der Schale. Nach beiden Seiten von diesen sind zahlreiche Schichten von Kämmerchen, ähnlich den Nebenkämmerchen von Orbitoides entwickelt. Gesammtgestalt etwa linsenförmig bis stumpfkegelig. Sogen. Zwischenskelet und Kanalsystem z. Th. wohl ausgebildet (T. baculatus) und dann ersteres in eine Anzahl von strahlenartigen Stacheln randlich hervortretend, gleichzeitig auch das Auswachsen der Kämmerchenlagen längs dieser Stacheln mehr oder minder veranlassend, z. Th. jedoch ohne Entwickelung eines solchen Zwischenskelets und Kanalsystems. Lebende Arten 2. Fossil seit Kreideformation. (Die Gründe, wesshalb wir die Gattung Tinoporus, entgegen der Auffassung von Parker, J. und Carp., von den Rotalinen entfernen und in Anschluss an die Cycloclypinen bringen, sind schon früher bei Gelegenheit der morphologischen Betrachtung des Schalenbaues erörtert worden. Carter hingegen hält den Tinoporus baculatus für nächstverwandt mit

Calcarina, dagegen die des Kanalsystems entbehrende Form T. vesicularis für hiervon sehr verschieden, die er nun für nächstverwandt mit einer von ihm früher zu Polytrema gezogenen Form hält. Letztere erhebt er jetzt zu einer besonderen Gattung Gypsina; sie bildet flache, melobesia-artige*) Ueberzüge auf Korallen etc., aus zahlreichen tinoporusartig aufeinandergehäuften Kammern bestehend, ohne Anwesenheit einer grösseren besonderen Mündung der Schale.)

γ. Anhang zur systematischen Uebersicht der Rhizopodengattungen.

Zweifelhafte oder durch neuere Untersuchungen als nicht hierhergehörig erwiesene Formen.

Eozoon, Dawson 1865 (XIII. 8).

Uebersicht der wichtigsten Schriften über Eozoon:

Logan, Qu. j. geolog. soc. XXI.

Dawson, Qu. j. geolog. soc. XXI.

Carpenter, Qu. j. geolog. soc. XXI.

Gümbel, Sitzungsb. bayr. Akad. 1866.

Pousyrewski, B. Ac. Pétersb. X.

Hochstetter, Sitzungsb. d. Wiener Ak. 53.

Fritsch, Arb. d. geolog. Sect. d. Landesdurchforsch. in Böhmen 1869.

King and Rowney, Qu. j. geolog. soc. XXII.; Proc. irish Acad. Vol. X. und N. S. Vol. I.

Carpenter, Qu. j. geolog. soc. XXII.

Carter, A. m. n. h. 4. XIII., XIV., XVI.

Carpenter, A. m. n. h. 4. XIII.

Burbank and Perry, Proc. Boston soc. 14.

M. Schultze, Verhandl. naturh. Vereins preuss. Rheinl. u. W. XXX, u. Tagebl. der Naturf.-Vers. 1873; A. m. n. h. 4. s. XIII.

King and Rowney, A. m. n. h. 4. s. XIII. u. XIV.

Dawson, The dawn of life etc. London 1875; A. m. n. h. 4. XVII. XVIII.; Qu. j. geol. soc. 1876.

Hahn, O., Würtemb. naturw. Jahresh. 1876 u. 78.

Gümbel, Corresp.-Bl. zool. min. Verein Regensb. 1876.

Möbius, Palaeontograph. XXV.

Dawson, Am. j. sc. a. arts 1879.

Möbius, Am. j. sc. a. arts. 1879.

Die von Logan (1865) entdeckten, eigenthümlichen Einschlüsse in gewissen Schichten krystallinischen Kalkes der laurentischen Gneissformation Canada's, welche Einschlüsse von Dawson den Namen Eozoon canadense erhalten haben, sind bis zu dieser Stunde trotz vielfacher Untersuchungen seitens der Zoologen, Paläontologen und Mineralogen noch ein ihrer Natur nach sehr bestrittenes Object geblieben. Es ist bekannt, dass die hervorragendste Autorität auf dem Gebiet der Schalenbildungen der Rhizopoden, Carpenter, nach eigenen Untersuchungen sich sofort für die Rhizopodennatur der fraglichen Gebilde erklärte und seit dieser Zeit mit Lebhaftigkeit diese, wesentlich von ihm begründete Auffassung gegen zahlreiche Angriffe vertheidigt hat.

*) Melobesia, eine flache, unregelmässige Ueberzüge auf Steinen etc. bildende Kalkalge.

Ausser an ihrer ursprünglichen Fundstätte wurden diese Eozoongebilde bald auch noch in entsprechenden Schichten Baierns, Böhmens, Irlands und Finnlands gefunden und sogar mehrere Arten unterschieden.

Dieselben bestehen aus mehr oder weniger ausgedehnten, ca. 4 bis 5 Millim. dicken Lagen von Serpentin, die in verschiedener Zahl, durch Zwischenlagen von krystallinischem Kalk getrennt, regelmässiger oder unregelmässiger übereinandergeschichtet sind. Das Ganze bildet knollige Massen, die bis Kopfgrösse erreichen. Die Serpentinlagen erscheinen wie aus einer grossen Anzahl kugeliger bis ellipsoidischer Anschwellungen zusammengesetzt (8, k), die etwa den Ausgüssen der Kammerhöhlungen unregelmässig gebauter, polythalamer Rhizopoden gleichen und daher auch in diesem Sinne von den Vertheidigern der Rhizopodennatur des Eozoon aufgefasst werden. Auf der Grenze zwischen den einzelnen Serpentinlagen und den zwischengelagerten Kalkschichten findet sich gewöhnlich (jedoch keineswegs ganz regelmässig und in sehr verschiedenem Grad der Deutlichkeit) eine feinfaserige Lage (8, k^1). Die Faserung derselben ist gewöhnlich, jedoch keineswegs wieder durchaus, senkrecht zur Oberfläche der Serpentinlamellen gerichtet. Nach der Auffassung von Carpenter u. A. entspräche diese Lage der feinperforirten, eigentlichen Kammerwandung, deren Tubuli durch Serpentin erfüllt sind.

Weiterhin lassen sich in den kalkigen Zwischenlagen noch verästelte, dendritische Einlagerungen wahrnehmen (c), die sich etwa als Ausfüllungen eines Systems verzweigter Kanäle, das die Zwischenmasse durchzieht, auffassen lassen. Eine ganze Reihe verschiedener Mineralien sollen sich an der Bildung dieser dendritischen Gestaltungen betheiligen, so hauptsächlich Serpentin und andere Silikate, jedoch auch Calcit, Bitterspath und sogar vielleicht zuweilen Graphit. Jedoch wird die ursprüngliche Bildung durch Calcit und Bitterspath von King und Rowney in Abrede gestellt, es soll sich nach ihnen hier um Pseudomorphosen handeln.

Carpenter, Dawson und die sich ihnen anschliessenden Vertheidiger der Rhizopodennatur des Eozoon haben nun die geschilderten Befunde in nachstehender Weise auf die Organisationsverhältnisse der Schalengebilde der Rhizopoden zurückzuführen gesucht. Wie schon bemerkt, entsprechen nach ihnen die Serpentinlagen mit ihren knolligen Anschwellungen den Ausfüllungsmassen der in unregelmässigen Schichten übereinandergelagerten Kammern (k), die in je einer Lage durch ziemlich weite Verbindungskanäle oder Oeffnungen communiciren, z. Th. jedoch auch stolonenartige Verbindungen mit den benachbarten Kammerlagen eingehen (st). Die feinfaserige Schicht (k^1) hingegen repräsentirt die eigentliche Kammerwand. Die zwischen den einzelnen Serpentinschichten eingelagerten Kalkschichten (sk) vertreten das sogen. Zwischenskelet und die sich darin findenden, dendritischen Bildungen (c) sind das von verschiedenen Mineralien ausgefüllte Kanalsystem, welches die Communikation der einzelnen Kammerlagen durch das Zwischenskelet hindurch vermittelte. Im Allgemeinen führt dann diese Auffassung vom Bau des Eozoon zu der Einreihung dieser Form bei den

Nummuliniden, zu denen sie nach Carpenter etwa in ähnlicher Beziehung stehen soll, wie die Gattung Polytrema zu den Rotalinen.

Dawson hat ferner einzelne oder in geringer Zahl zusammenhängende, eiförmige bis kugelige Serpentingebilde von faseriger Structur gefunden (Kalk von St. Pierre Seigniory of Petite Nation), die er als losgelöste Kammern von Eozoon anspricht und mit dessen Fortpflanzung in Beziehung setzt. (Ursprünglich wurden sie von ihm Archaeosphaerium genannt.)

Von deutschen Forschern hat hauptsächlich Gümbel die Rhizopodennatur des Eozoon vertheidigt; M. Schultze gab an, sich von der organischen Natur des sogen. Kanalsystems überzeugt zu haben, wogegen er in der sogen. Kammerwandung eine unorganische Bildung erblickte.

Mit grosser Entschiedenheit wurde jedoch schon sehr bald nach der ersten Bekanntwerdung der Eozooneinschlüsse durch zwei englische Forscher, King und Rowney, die organische Natur desselben in Abrede gestellt. Die gewichtigsten Gründe, die von ihnen gegen die Carpenter-Dawson'sche Ansicht vorgebracht wurden, glauben wir hier ganz kurz anführen zu sollen. 1) Werden nach ihnen ganz ähnliche Gestaltungen, wie sie uns in den Serpentinlagen des Eozoons entgegentreten, auch durch Concretionenbildung verschiedener anderer Mineralien erzeugt (so Chondrodit, Coccolit, Pargasit etc.); 2) verhält sich das sogen. Zwischenskelet des Eozoon ganz so wie die Grundmassen, in welchen die Concretionen der erwähnten Mineralien zur Ausbildung gelangen; 3) die faserige eigentliche Kammerwand verhält sich genau wie eine den Chondrodit umhüllende, asbestförmige Lage und ist nichts wie eine äusserliche Umbildung der Serpentinlagen zu Chrysotil; 4) das sogen. Kanalsystem verhält sich ganz wie ein dendritisches Mineral, wie sich solche dendritische Bildungen zuweilen auch in reinen Kalken und gewissen anderen Mineralien finden. Aehnliche schichtförmige Abwechselungen verschiedener Mineralien, wie sie bezüglich Kalk- und Serpentinlagen im Eozoon vorliegen, sollen sich gelegentlich auch in anderen Gesteinen finden, wo ihr Nichtzusammenhang mit organischen Structurverhältnissen unfraglich sei. Auch Carter hat sich bei verschiedenen Gelegenheiten gegen die organische Herkunft des Eozoon ausgesprochen. Von deutscher Seite wurde von v. Hahn die Zurückweisung der Carpenter'schen Auffassung versucht, jedoch glauben wir die Untersuchungen dieses Beobachters hier wohl ohne Vorwurf mit Stillschweigen übergehen zu dürfen, als er in seinem neuesten Elaborat*) nun doch wieder zu der organischen Natur des Eozoon zurückgekehrt ist, es jedoch jetzt für einen pflanzlichen Organismus (den er auch Eophyllum benennt) erklärt. Das berechtigte Aufsehen, welches die Hahn'sche Arbeit über das Eozoon einst erregte, erscheint jetzt durch die wunderlichen neuesten Entdeckungen dieses Forschers in einem sehr zweifelhaften Lichte.

*) Die Urzelle etc. Tübingen 1879.

Während Hahn das Eozoon hauptsächlich durch Umbildung von in Kalk eingeschlossenem Olivin zu Serpentin sich entstanden dachte, haben King und Rowney eine hiervon sehr verschiedene Ansicht zu entwickeln versucht, von der hier nur soviel bemerkt sei, dass sie es durch allmähliche Zerstörung und Ersetzung einer ursprünglichen Serpentinbildung durch ein Carbonat entstehen lassen.

Wie King und Rowney ging auch neuerdings K. Möbius in der Hoffnung, die Rhizopodennatur des Eozoon sicher erweisen zu können, an eine erneute Untersuchung desselben. Er wurde jedoch gleichfalls zu der entgegengesetzten Ansicht geführt und seine Gründe sind in vieler Hinsicht übereinstimmend mit denen seiner englischen Vorgänger. Wir glauben auch hier noch die wesentlichsten derselben andeuten zu sollen. Die Deutung der faserigen Hüllschicht als Kammerwand einer Rhizopodenschale ist unzulässig, da sie sich durchaus aus feinen prismatischen Krystallnadeln ohne Zwischenmasse zusammensetzt; auch ist der Verlauf der Faserung häufig ein solcher, dass er sich nicht mit der Tubulation der Rhizopodenschalen in Einklang bringen lässt. Auch die Formverhältnisse des sogen. Kanalsystems entsprechen nicht denen dieser Einrichtung bei den Rhizopoden. Es sind nach Möbius plattgedrückte, stengelartige Bildungen ohne organische Regelmässigkeit. Schliesslich vermisst M. im Bau des Eozoon den genetischen und physiologischen Zusammenhang der einzelnen Formtheile untereinander; so namentlich den für die polythalamen Rhizopoden allgemein gültigen Beginn des Wachsthums von Anfangskammern aus und ferner hinreichend regelmässige Beziehungen der Kammerräume, der faserigen Kammerwand und des vermeintlichen Kanalsystems zu einander.

Wenn wir hier noch hervorheben, dass Carpenter und Dawson auch gegenüber diesen neuesten und eingehenden Untersuchungen von Möbius, ihre Auffassung des Eozoon unverändert aufrecht halten, so hätten wir damit ungefähr die Hauptphasen in der Eozoonfrage kurz gekennzeichnet. Wir überlassen es dem Urtheil der Leser, sich für die eine oder die andere Seite zu entscheiden und wollen nur bezüglich unserer eigenen, allein auf das ernstliche Studium der einschlägigen Literatur gestützten Meinung bemerken, dass wir uns persönlich der durch King und Rowney, sowie Möbius, vertheidigten Ansicht von der nichtorganischen Natur dieser Bildungen anschliessen. Ein entscheidendes Wort in dieser auf dem Grenzgebiet biologischer und petrographischer Forschung sich bewegenden Frage wird, unserer Meinung nach, wohl erst dann ausgesprochen werden, wenn sich Petrographen und Zoologen zu gemeinsamer Arbeit die Hände reichen, während seither die Untersuchung wesentlich immer nur von der einen oder der anderen Seite in Angriff genommen wurde.

Stromatoporida (XIII. Figg. 9 u. 10).

In den silurischen und devonischen Schichten Europas und Nordamerikas finden sich häufig und z. Th. in grossen Massen Ueberreste einer eigenthümlichen Gruppe fossiler Organismen, die bis jetzt trotz ziemlich zahlreicher Untersuchungen hinsichtlich ihrer wahren Natur nicht ausreichend aufgeklärt sind. Es sind dies die sogen. Stromatoporiden, wie nach der zuerst 1827 durch Goldfuss*) beschriebenen Gattung Stromatopora diese Abtheilung benannt wurde. Goldfuss glaubte jene Stromatopora zu den Spongien rechnen zu sollen und diese Auffassung hat sich bis zur neuesten Zeit vielfacher Anerkennung erfreut, namentlich haben die eingehendsten Erforscher der durch die Auffindung einer Reihe von Stromatopora etwas abweichender Geschlechter allmählich erweiterten Gruppe der Stromatoporiden, Rosen 1867**) und Murie und Nicholson 1878***) die Spongiennatur derselben gleichfalls zu erweisen gesucht. Während jedoch Rosen auf Grund seiner Untersuchungen eine eigenthümliche Gruppe fossiler Hornschwämme in ihnen erkannt haben wollte, suchten Murie und Nicholson ihre Zugehörigkeit zu den Kalkschwämmen zu erweisen, unter denen sie ihnen eine ähnliche Stellung zuwiesen, wie den Hexactinelliden unter den Kieselschwämmen. Immerhin muss jedoch hervorgehoben werden, dass die letzterwähnten Untersucher ihrer Ansicht nur mit einiger Reserve Ausdruck verleihen und die mögliche Richtigkeit der von anderer Seite betonten Zugehörigkeit derselben zu den Hydroiden nicht ganz zurückweisen. Ohne dass wir hier näher auf die historische Entwickelung der Kenntnisse von den Stromatoporiden einzugehen gedenken, heben wir doch hervor, dass sie von anderer Seite theils den Korallen, theils den Bryozoen zugerechnet wurden und schliesslich noch die Ansicht zu entwickeln versucht wurde, dass sie ihre richtige Stellung bei den Rhizopoden finden. Letztere Auffassung wurde ursprünglich von Carpenter angedeutet und hierauf namentlich von Dawson näher zu begründen versucht.†) Ohne dass wir hier ein Urtheil nach einer oder der andern Seite hin auszusprechen uns berufen fühlten, halten wir es doch für gerechtfertigt, die wichtigsten Eigenthümlichkeiten der Gruppe kurz zu besprechen, da in der That mancherlei Anklänge mit gewissen Rhizopoden, namentlich der Gattung Polytrema und den zwar gleichfalls unsicheren Gattungen Parkeria und Eozoon vorhanden sind.

Nach ihrer makroskopischen Entwickelung bilden die Stromatoporiden mehr oder minder unregelmässige, meist flach ausgebreitete Ueberzüge (Fig. 9). Zuweilen erreichen sie eine sehr ansehnliche Ausbreitung bis zu mehreren

*) Goldfuss, Petrefacta Germaniae 1826.

**) Rosen, Fr., Ueber die Natur der Stromatopora etc. Inauguraldissert. Dorpat 1867.

***) Nicholson and Murie, On the minute struct. of Stromatopora and its allies. Journ. Linn. soc. Zoology XIV. 1878. Eine vollständigere Uebersicht über die Literatur siehe an dieser Stelle.

†) Quart. journ. geolog. soc. 1879.

Fussen, verhältnissmässig selten erheben sie sich höher von ihrer Unterlage bis zu halbkugeligen, z. Th. auch etwas gelappten bis ästigen Massen. Die freie Oberfläche dieser Gebilde ist entweder ziemlich glatt oder wellig auf- und niedergebogen, häufig auch warzig; zuweilen und namentlich bei gewissen Geschlechtern (Caunopora, nach M. und N. auch Stromatopora,*) Stromatocerium) zeigen sich mehr oder weniger weite, porenartige Oeffnungen der Oberfläche, die in vertikal durch die Masse absteigende Röhren führen, welche von den Vertheidigern der Schwammnatur der Stromatoporiden gewöhnlich den Oscula der Schwämme verglichen wurden. Diese Oeffnungen sind dann nicht selten auf der Spitze der warzenartigen Erhebungen gelagert.

Ueber die feinere Bauweise unserer Fossilien geben hauptsächlich Vertikal- und Horizontalschliffe Auskunft, jedoch scheint der Erhaltungszustand im Allgemeinen kein sehr günstiger zu sein, so dass eine genauere Untersuchung unter starken Vergrösserungen Schwierigkeiten bereitet. Eine derartige Untersuchung zeigt zunächst, dass die ganze Masse aus meist dünnen Kalklamellen zusammengesetzt ist (l), die bei den flach ausgebreiteten Exemplaren der Unterlage mehr oder weniger parallel hinziehen, bei den sich freier erhebenden hingegen mehr der freien Oberfläche parallel angeordnet sind. Zwischen diesen Lamellen, deren ursprüngliche Bildung aus Kalk, trotz ihrer gelegentlichen Umwandelung in Kiesel, füglich nicht bezweifelt werden kann, bleiben entsprechend aufeinander geschichtete Interlamellarräume (il), die meist in ihrer Höhenentwickelung die Lamellen etwas übertreffen, zuweilen jedoch auch (so bei Stromatocerium [Wall.] Nich. u. M. und Pachystroma N. u. M.) sehr niedrig und unregelmässig sind, bei sehr ansehnlicher Dicke der Lamellen. Bei den meisten Stromatoporiden stehen nun die successiven Lamellen durch zahlreiche senkrecht zwischen ihnen ausgespannte pfeilerartige Bildungen (pf) in Verbindung, so dass also auf dem Vertikalschliff dieser Formen eine mehr oder weniger regelmässige, rechteckige Maschenzeichnung, durch Lamellen und Pfeiler gebildet, hervortritt. Nicht immer scheinen jedoch diese Pfeiler vollständig zu sein, sondern reichen zuweilen nicht bis zur nächsten Lamelle, endigen also dann frei in den Interlamellarräumen. Was die feinere Beschaffenheit der die Lamellen und Pfeiler aufbauenden Kalkmasse betrifft, so bietet dieselbe nach M. und N. eine granulirte Beschaffenheit dar, lässt jedoch keine Zusammensetzung aus Nadeln wahrnehmen. Nach Dawson sind die Lamellen von zahlreichen runden Poren durchbrochen, durch welche die benachbarten Interlamellarräume in Communikation stehen, und welche Poren bei ansehnlicherer Dicke der Lamellen auch zu Tubuli werden können. M. und N. konnten nicht überall solche Communikationen zwischen den Interlamellarräumen constatiren, bei gewissen Formen jedoch fanden sie die Durchbrechungen der Lamellen so zahlreich und regelmässig, dass die Structur derselben

*) Einschliesslich Coenostroma.

eine netzförmige wurde. Aehnliches hatte früher schon Rosen geschildert und abgebildet und hauptsächlich auf Grund dieser Structurverhältnisse eine ursprüngliche Zusammensetzung der Lamellen und Pfeiler aus Hornfasern angenommen. Was die Beschaffenheit der Pfeiler betrifft, so werden dieselben von Rosen wie N. und M. als solide geschildert, wogegen sie Dawson neuerdings nur z. Th. für solid, z. Th. jedoch für hohl erklärt, so dass durch die Höhlung der Pfeiler je zwei Interlamellarräume, mit Ueberspringung des vom Pfeiler durchsetzten, zwischenliegenden, in Communikation gesetzt werden. Wir erinnern hier gleich an das ähnliche Verhalten der hohlen Pfeiler zwischen den Lamellen der Parkeria und Polytrema, da diese Einrichtungen hauptsächlich zu der Vergleichung mit den erwähnten Rhizopodengeschlechtern Veranlassung gaben.

Nicht bei sämmtlichen Geschlechtern der Stromatoporiden sind jedoch solche Pfeiler entwickelt, bei Arthrodyction N. und M. sind die Lamellen wellenförmig hin- und hergebogen und werden die Interlamellarräume durch Aufeinandertreffen der Wellenberge und Thäler der benachbarten Lamellen in blasig-zellige Räume untergetheilt; auch bei den Gattungen Stromatocerium (Hall) N. und M., sowie Pachystroma N. und M. sind keine Pfeiler entwickelt.

Besonders eigenthümlich ist das Vorkommen ziemlich weiter, schon oben erwähnter Vertikalröhren, die, von der Oberfläche entspringend, die gesammte Lamellenmasse mehr oder weniger tief, bis vollständig durchsetzen. Bei Stromatopora (wo nach N. und M. sich solche Vertikalröhren gleichfalls finden, während Dawson das Vorkommen solcher Röhren bei der eigentlichen Gattung Stromatopora leugnet und die betreffenden Vorkommnisse für Bohrröhren parasitischer Thiere oder überwachsene Korallenröhren, Syringopora hauptsächlich, erklärt) — bei Stromatopora und Stromatocerium sind diese Röhren ohne besondere Wandungen, bei Caunopora hingegen sind sie mit eigenen Wandungen versehen. Bei Coenostroma sollen nach Dawson auch Gruppen solcher Vertikalröhren zusammenstehend vorkommen.

Von besonderem Interesse sind ferner noch eigenthümlich sternförmig zusammengruppirte Systeme von horizontal oder meist etwas schief zu den Lamellen verlaufenden Kanälen, die nach Rosen (Ausströmungskanäle) sowie M. und N. ohne besondere Wandungen sein sollen und gewöhnlich in grosser Zahl in mehr oder weniger regelmässigen Abständen sich bei einer ziemlichen Reihe von Formen finden. Meist liegen die Centren der oberflächlichen dieser sternförmigen Kanalsysteme auf warzenartigen Erhebungen. Dawson verlegt diese Kanäle bei Caunopora und Coenostroma in eine hier jeder Lamelle zukommende Auflagerungsschicht (die er dem sogen. supplementären Skelet der Rhizopodenschalen an die Seite stellt, während nach Rosen wie N. und M. diese Kanalsysteme sich verästelnd meist schief durch eine grössere Zahl von Lamellen fortsetzen. Rosen und Dawson lassen diese sternförmigen Kanalsysteme in ihrem Centrum in die Vertikalröhren einmünden, während M. und N. sich von

einer derartigen Verbindung mit ausführenden Vertikalröhren nicht überzeugen konnten.

Bei dieser Gelegenheit mag noch erwähnt werden, dass auch Dawson Kanäle beschreibt, welche die Lamellen schief durchsetzen und z. Th. in die hohlen Pfeiler einmünden sollen.

Etwas besondere Verhältnisse zeigt noch die Gattung Stylodyctyon (Syringostroma N. pr. p.), wo sich durch die ganze Masse der Lamellen hindurch vertikale Pfeiler entwickeln, die durch Einfaltung und Verschmelzung sämmtlicher Lamellen längs gewisser Vertikallinien entstehen, wobei diese Pfeiler entweder eine ziemlich solide oder eine retikuläre Beschaffenheit besitzen.

Nach dieser kurzen Erörterung der wichtigsten Organisationseigenthümlichkeiten der Stromatoporiden brauchen wir kaum noch näher auseinanderzusetzen, in welcher Weise speciell von Dawson der Vergleich mit den Bildungsverhältnissen der Gattung Parkeria und dem Eozoon durchgeführt wird und darauf hin die gesammte Gruppe den perforaten Rhizopoden, gewissermaassen als Vertreter des Eozoon während der palaeozoischen Zeit, zugetheilt wird.

Gegenüber dieser Auffassung hat sich dann hauptsächlich die zuerst von Lindström,*) dann Carter,**) Steinmann***) und Zittel (11) vertretene Ansicht von der Hydrozoënnatur der Stromatoporiden Geltung verschafft. Hiernach wären dieselben, ebenso wie die Parkeria nach Carter, als die verkalkten Basalskelete Hydractinia ähnlicher Hydroidpolypen zu betrachten. Nach Steinmann fände sich auch ein hierhergehöriger Vertreter in der Kreideformation.

Wie schon früher bemerkt, maassen wir uns kein Urtheil über diese Frage an und haben den Leser durch die obigen Schilderungen in den Stand setzen wollen, sich einigermaassen selbst zu orientiren. Uebrigens erscheinen uns die jetzigen Untersuchungen noch kaum zu einer sicheren Entscheidung ausreichend, namentlich da auch die zum Vergleich herangezogenen Basalskelete der Hydractinien noch nicht genügend erforscht sein dürften.

Die Familie der sogen. Dactyloporida.

Wichtigste Literatur:

D'Orbigny (Cours élément. d. Palaeont. et Géol. T. II. 1852), Parker u. Jones (62d), Carpenter (74), Gümbel, Abhandl. d. bair. Akad. Bd. XI. (sehr wichtige monograph. Bearbeitung), X. (Receptaculites) u. Sitz.-B. d. bair. Akad. (Petrascula), Munier-Chalmas, Compt. rend. 85, Parker u. Jones (Ovulites) A. m. n. h. 4. XX., Munier-Chalmas (Ovulites) soc. geolog. de France 1879.

Obgleich es keinem Zweifel mehr unterliegt, dass die sogen. Gattung Dactylopora und die ganze Familie der Dactyloporida, wie sie von

*) Oefvers. af Kongl. Vetensk. Akad. Förh. 1873.

**) A. m. n. h. 4. XIX.

***) Steinmann, Palaeontographica 25. 1877.

Andern ins System der Rhizopoden eingereiht wurde, ins Pflanzenreich und zwar zu den Algen zu verweisen ist, so dürfte es doch, in Anbetracht der Rolle, welche diese Formen lange Zeit unter den Rhizopoden gespielt haben, nicht unberechtigt erscheinen, ihrer hier mit wenigen Worten zu gedenken. Dies wird auch desshalb nicht unerwünscht sein, als gewiss von neuem Versuche auftauchen werden, sie unter den Rhizopoden zu belassen, wie denn z. B. Brady sich neuerdings wieder zweifelnd über ihre Stellung bei den Rhizopoden ausgesprochen hat (117, II.).

Hierhergehörige Formen hat zuerst Bose unter dem Namen Reteporites zu den Zoophyten gestellt, wohin sie auch von Lamouroux verwiesen wurden. Gleicher Ansicht waren ferner Lamarck, Blainville und Defrance, von welchen der erstere das Genus Dactylopora zur Aufnahme dieser Formen schuf, dem noch ein zweites, Polytrypa, von den beiden letztgenannten Forschern an die Seite gestellt wurde. D'Orbigny zog Dactylopora zuerst zu den Rhizopoden und erklärte sie für nächstverwandt mit dem von ihm gleichfalls zu den Rhizopoden gezogenen Lamarck'schen Genus Ovulites. Reuss war noch 1861 ein Anhänger der Bryozoënnatur dieser Formen, erklärte sich jedoch 1866 für ihre Zurechnung zu den Rhizopoden. Durch die Untersuchungen von Parker und Jones, sowie Carpenter, schien die Rhizopodennatur der 3 von ihnen unterschiedenen Genera Dactylopora, Acicularia d'Arch. (1843) und Ovulites sichergestellt, jedoch verwiesen sie die beiden erstgenannten Gattungen als nächstverwandt unter die Imperforata, die letzte hingegen zu der Familie der Globigerinida unter die Perforata. Später haben jedoch Parker und Jones diese Stellung der G. Ovulites corrigirt und sie, wie schon d'Orbigny, in die Nähe von Dactylopora gezogen. Ein sehr eingehendes Studium widmete Gümbel hauptsächlich den so zahlreichen fossilen Vertretern dieses Formenkreises und unterschied eine grosse Anzahl von Gattungen und Arten. Jeden Zweifel an der Rhizopodennatur dieser Gebilde glaubte er für beseitigt erklären zu dürfen.

Wir entwerfen hier eine kurze Charakteristik dieser Formen mit Beiseitelassung einer Anzahl zweifelhafter, noch später zu erwähnender Geschlechter, indem wir uns zunächst auf den Standpunkt der Vertreter ihrer Rhizopodennatur stellen. Wir haben es hier zu thun mit kalkigen, porcellanartigen und z. Th. nicht unansehnlichen Gehäusen, von cylindrischer bis tonnenförmiger Gestaltung und einem weiten, cylindrischen, nicht weiter untergetheilten axialen Hohlraum (XIII. 6, 7). Das eine Ende, und zwar ist dies das Anfangsende des Wachsthums, ist geschlossen, das andere hingegen weit geöffnet. (Häufig jedoch erscheint durch Abreibung oder Bruch beiderseits eine Oeffnung.) Aufgebaut wird diese Schale aus vertikal aufeinandergesetzten Ringsegmenten (XIII. 5a, 7), die loser oder so fest mit einander verwachsen sind, dass sie nicht mehr von einander unterschieden werden können (XIII. 6). (Zuweilen finden sich auch freie Ringe oder sogar nur Ringabschnitte, die als besondere einfachste Form, Dactylopora eruca, von P., J. und Carpenter betrachtet

werden (4, 5 b), während Gümbel geneigt ist, hierin nur Zerfallsprodukte höher entwickelter Formen zu erkennen.)

Jeder Ring oder Ringabschnitt wird von einer grösseren Anzahl meist ganz innig verwachsener Kammern aufgebaut (7, a), von denen jede einen gewöhnlich eiförmigen Hohlraum umschliesst, der sich in die Centralhöhle des Gehäuses öffnet; gleichzeitig strahlen auf der Grenze der benachbarten Ringe zahlreiche, ziemlich weite, unverzweigte Kanäle von dem inneren Centralraum bis zur Aussenfläche aus, wo sie münden (Haploporella Gümb.). Zuweilen (Dactyloporella Gümb.) finden sich neben den eigentlichen Kammerhöhlungen noch sackartige, secundäre Hohlräume oder auch an ihrer Stelle Hohlringe (7, b) in den Wandungen der Gehäuse, von welchen aus zahlreiche Kanälchen in divergirender Richtung büschelartig oder wie die Finger an der Hand gruppirt, aber nie verzweigt, bis zur Oberfläche ausstrahlen (XIII. 7 d), während gleichzeitig kurze Kanälchen die Verbindung mit dem Centralraum herstellen. Schliesslich können auch z. Th. weder eigentliche Kammer- noch Nebenhöhlungen zur Ausbildung gelangen (Thyrsoporella und Gyroporella Gümb.) und dann bleiben nur die vom centralen Hohlraum radial zur Oberfläche verlaufenden Kanälchen als gemeinsamer Charakter der ganzen Abtheilung übrig. In Anschluss an die Reihe der soeben kurz besprochenen Formen werden nun z. Th. durch Carpenter, z. Th. durch Gümbel, noch eine Anzahl etwas abweichender fossiler Formen gebracht, von denen die Gattungen Ovulites Lamck., Petrascula Gümb., Acicularia d'Arch., Uteria Mich. und Cylindrella Gümb. wohl zweifellos, wie dies auch aus den gleich noch zu erwähnenden Untersuchungen von Munier-Chalmas hervorgeht, mit Recht hier angereiht werden, während die sehr alte silurische und devonische Form Receptaculites ihren Platz kaum mit einiger Sicherheit hier angewiesen erhalten kann, wenngleich sie durch Gümbel, ihrem genauesten Monographen, gleichfalls den Dactyloporiden angereiht wurde. Soweit ich mir ein Urtheil über dieselbe zu bilden vermochte, kann ich, wie gesagt, in ihren Bauverhältnissen nichts finden, woraus sich mit Sicherheit eine Hierherziehung rechtfertigen liesse und ebensowenig vermag ich ihren Bau mit der gleich zu besprechenden Auffassung der Dactyloporiden als Kalkalgen zu vereinbaren.

Im Jahre 1877 hat Munier-Chalmas neue Beobachtungen über die Dactyloporiden mitgetheilt, aus denen hervorgeht, dass es sich, wenigstens insoweit die eigentlichen, soeben charakterisirten Formen in Betracht kommen, nicht um Rhizopoden, sondern um Kalkalgen handelt. Nach ihm schliessen dieselben sich der Familie der Dasycladeen Harvey's am nächsten an, ja sind z. Th. sogar nicht einmal generisch von gewissen zu dieser gehörigen Gattungen unterschieden. Bis jetzt liegt über die Munier'schen Untersuchungen nur ein kurzer vorläufiger Bericht vor, so dass wir kaum in der Lage sind, hiernach die Beziehungen der mannigfachen Formen zu den Kalkalgen hinreichend zu würdigen. Wir werden jedoch versuchen, in Kürze die Eigenthümlichkeiten unserer Formen auf

die Organisationsverhältnisse der Kalkalgen zurückzuführen, wie sie sich aus den erwähnten Untersuchungen ergeben.

Dasycladeen und Dactyloporiden vereinigt M. zu einer Abtheilung der Siphoniata verticillata, für welche folgende Eigenthümlichkeiten hauptsächlich maassgebend sind. Der Thallus dieser Algen, von einfacher oder verzweigter Bildung, wird gebildet von einer axialen Hauptzelle (die dem centralen Hohlraum des Dactyloporidengehäuses entspricht); um diese herum gruppiren sich zahlreiche radiär und zu Wirteln zusammengestellte secundäre Zellen (die einerseits den sogen. Kanälen, andererseits jedoch auch Theilen der Kammerhöhlungen der Dactyloporiden entsprechen). Durch Bildung einer Kalkhülle werden dann schliesslich alle diese Zellen in einen festen Kalkcylinder zusammengepackt.

Bei einem Theil der Geschlechter zeigen jedoch die secundären Wirtelzellen selbst wieder Differenzirung, und zwar zunächst zu einer die Centralzelle direct umgebenden Lage, die denjenigen Kanälchen von Dactylopora entsprechen, die aus dem centralen Hohlraum in die eigentlichen Kammerhöhlungen oder in die ringförmigen Nebenhöhlungen Gümbels führen. Ferner hat sich hier eine zweite äussere Lage grösserer schlauchförmiger Zellen gebildet, welche den Kanälen von Dactylopora entspricht. Schliesslich gesellen sich hierzu dann noch Sporangien, einfache oder untergetheilte Hohlräume, in welchen wir die eigentlichen Kammerhöhlungen von Dactylopora wiederfinden. Wie sich die Formen verhalten, bei welchen von solchen Kammerhöhlungen nichts vorhanden ist und ob bei sämmtlichen Dactyloporiden mit Kammerhöhlungen diese letzteren als solche Sporangienräume zu deuten sind, scheint uns aus den bis jetzt vorliegenden Mittheilungen nicht mit Sicherheit hervorzugehen.

Wie gesagt, ist nach M. die Verwandtschaft gewisser Formen der Dactyloporiden zu einzelnen Gattungen der Dasycladeen so gross, dass sie geradezu unter lang bekannte Gattungen dieser letzteren einzureihen sind. So gehört Haploporella Gmb. als Untergenus zu Cymopolia Lamour. und auch Zittel hat sich durch eigene Untersuchung von Cymopolia von dieser Uebereinstimmung überzeugt.

Auch von den oben anhangsweise erwähnten Geschlechtern will Munier z. Th. die Algennatur festgestellt haben, so von Ovulites, Acicularia und Uteria.

Wenn auch, wie bemerkt, bis jetzt noch nicht die wahre Natur der Dactyloporiden in jeder Hinsicht aufgeklärt erscheint, so wird doch wohl kein Zweifel mehr obwalten können, dass sie aus der Liste der Rhizopoda und überhaupt aus der Reihe der thierischen Organismen zu streichen sind.

9. Geographische Verbreitung der Rhizopoda.

Bei der Besprechung der in dieses Kapitel gehörigen Fragen dürfen wir uns im Allgemeinen wohl kurz fassen, da die thatsächlichen Grundlagen für eine ausreichende Discussion derselben noch sehr wenig ausgedehnte sind. Wie es für die Süsswasserprotozoën überhaupt gültig zu sein scheint, bieten uns auch die Rhizopodenbewohner der süssen Gewässer keine Anhaltspunkte zur Annahme besonderer geographischer Verbreitungsbezirke dar, sondern ihre Verbreitung scheint eine ganz allgemeine zu sein und sich überall für die verschiedensten Gattungen derselben da und dort die geeigneten Lebensbedingungen zu finden. Wir können zwar ebensowenig, wie z. B. bei den Infusorien, bis jetzt die Allgemeingültigkeit dieses Ausspruchs stricte erweisen, doch deutet das Auftreten einer ganzen Reihe von Geschlechtern an sehr weit von einander entfernten Orten darauf hin, dass auch die scheinbar weniger verbreiteten Geschlechter bei eingehenderer Untersuchung eine entsprechende weite Verbreitung zeigen werden.

Wie gesagt, ist jedoch bis jetzt unser thatsächliches Wissen auf diesem Gebiet sehr beschränkt. Wirklich methodische Durchforschungen aussereuropäischer Gebiete liegen, so zu sagen, nicht vor. Vereinzeltere hierhergehörige Beobachtungen verdanken wir Carter*) und Wallich**) in Ostindien, letzterem Forscher z. Th. noch aus verschiedenen anderen, gelegentlich von ihm berührten, aussereuropäischen Orten (wie Grönland etc.), ferner Leidy***) und einigen weiteren Forschern bezüglich der nordamerikanischen Fauna und schliesslich hauptsächlich auch Ehrenberg,†) der ja mit grossem Fleisse die verschiedenartigsten Schlammproben und dergleichen aus den entlegensten Stellen der Erde auf die Gegenwart unserer Organismen geprüft hat. Auf die Angaben dieser Forscher gestützt, glauben wir zum Beleg unseres oben über die geographische Verbreitung der Süsswasserformen aufgestellten Satzes doch noch eine Reihe von Thatsachen mittheilen zu sollen, die wir hier in Form einer Tabelle folgen lassen. In diesen Fällen weiterer Verbreitung sind es gewöhnlich sogar dieselben Arten, soweit sich hierüber nach den vorliegenden Untersuchen urtheilen lässt, welche die betreffenden Gattungen an so weit von einander entlegenen Punkten repräsentiren.

*) S. hauptsächlich 56, 75.

**) Ann. mag. nat. h. 3. XIII.

***) Proc. acad. Philad. II. III.

†) Hauptsächlich 95, jedoch zahlreiche weitere Abhandlungen in den Monatsberichten der Berliner Akademie, sowie über polare Formen in „Die zweite deutsche Nordpolarfahrt“ Leipzig 1873. 1874. Vergl. auch Schmarda: Zur Naturgeschichte Aegyptens, Denkschr. der Wiener Akademie VII.

	Europa	Arktische Länder	Nord-Amerika	Süd-Amerika	Nord-Asien	Süd-Asien	Afrika	Australien
Amoeba	*		*		*	*	*	
Chaetoproteus . . .	*		*					
Pyxidicula	*					*		
Arcella	*		*	*	*	*	*	*
Difflugia	*	*	*	*	*	*		*
Hyalosphenia . . .	*		*					
Quadrula	*		*		*	*		
Euglypha	*	*	*	*		*	*	*
Trinema	*	*	*	?		*	*	*
Cyphoderia	*	*	*		*	*	*	

Sehen wir in dieser Weise die bekannteren und häufigeren Gattungen eine weite, ja, wie wohl angenommen werden darf, eine allgemeine Verbreitung in horizontaler Ausdehnung über die Erdoberfläche darbieten, so scheint das Gleiche auch für die Verbreitung in vertikaler Richtung Gültigkeit zu haben. Natürlich sind die über diesen Punkt vorliegenden Beobachtungen noch spärlicher, als die erstbesprochenen, dennoch geben auch hierüber die Untersuchungen von Perty in der Schweiz und Leidy in Nordamerika, sowie gelegentliche Beobachtungen Ehrenbergs einigen Aufschluss. So traf Perty (48) in den Alpen Difflugien in 8000′ Höhe an (die gleiche Höhe constatirte auch Ehrenberg für eine Difflugia des Himalaya), Arcella, Euglypha und Trinema konnten in Höhen von 5000′ in der Schweiz nachgewiesen werden. Leidy (Proc. acad. Philad. III. p. 321) überzeugte sich, dass die Rhizopodenfauna der Rocky-mountains noch in 10,000′ Höhe wesentlich denselben Charakter besitzt, wie die Philadelphia's und machte bei dieser Gelegenheit noch die Erfahrung, dass dieselbe sich vorzüglich reichlich auf Sandstein, Quarz, Thon- und granitischem Boden entwickelt, wogegen auf Kalkboden stets nur eine sehr ärmliche Rhizopodenfauna zur Ausbildung gelangen soll. Ein wesentlicher Einfluss der Höhe auf die Verbreitung der Süsswasserrhizopoden hat sich demnach bis jetzt nicht ergeben und dies um so weniger, als es dieselben Arten sind, die sich in der Ebene und jenen z. Th. so beträchtlichen Höhen finden.

Etwas anders gestaltet sich die geographische Verbreitung der Meeresformen. Nicht dass hier eine ähnlich lokale Verbreitung der grossen Mehrzahl der Geschlechter sich zeigte, wie sie in höheren Abtheilungen der Thierwelt gewöhnlich angetroffen wird, sondern aus den bis jetzt in ziemlicher Zahl vorliegenden Untersuchungen scheint im Gegentheil hervorzugehen, dass eine sehr grosse Zahl der Geschlechter eine kosmopolitische Verbreitung besitzt. Dennoch ergibt sich mit Sicherheit, dass einer Reihe von Geschlechtern eine beschränktere Verbreitung zukommt; — fraglich bleibt jedoch, wie mir scheint, die Verbreitung der bis jetzt nur selten gefundenen Geschlechter, von denen es, in Anbetracht der trotz aller Beschränkung immer noch sehr weiten Verbreitung der besser be-

kannten Geschlechter, sehr wahrscheinlich ist, dass auch sie sich einer ähnlichen weiten Verbreitung erfreuen, und nur ihre relative Seltenheit die Ursache für ihre scheinbare lokale Beschränktheit bildet.

Ich habe mich bemüht, das mir zugängliche Material über die geographische Verbreitung der marinen Rhizopoden zu sammeln, um zu einem, wenn auch noch sehr beschränkten, Ueberblick über diesen Gegenstand zu kommen. Diese Arbeit wird natürlich sehr erschwert, ja z. Th. geradezu illusorisch gemacht, durch die grosse Schwierigkeit der Artenbegrenzung und die Verwirrung der Synonymik. Denn wenn man sich der Auffassung von Parker, Jones und Carpenter anschliesst, so dürfte es, bei der von diesen Forschern betonten so überaus grossen Variabilität der Formen, schwierig sein zu erweisen, dass zwei identische oder doch sehr ähnliche Formen weit entlegener Gebiete thatsächlich sich in entsprechender Weise verhalten, wie dies für die höheren Thiere angenommen wird — d. h. dass sie als eine Formreihe gemeinsamen Ursprungs zu betrachten sind, die sich über eine weite Fläche ausgebreitet hat, oder ob nicht beide sehr ähnliche Formen gesondert von einander ihren Ursprung genommen haben.

Eine Hauptschwierigkeit bei dem Versuch der Erörterung der geographischen Verbreitung bildet jedoch der Mangel einer durchgehenden kritischen Sichtung der zahlreichen d'Orbigny'schen Arten. Da sich ein derartiges Unternehmen nur unter Mithülfe eigenen, ansehnlichen Vergleichmaterials wird bewerkstelligen lassen, so konnte ich dies nur bis zu einem gewissen Grade durchführen. Immerhin hoffe ich, dass durch die unten mitgetheilte Tabelle über die geographische Verbreitung der Gattungen, Untergattungen und Arten eine annähernde Uebersicht gewonnen werden kann.

Die Vergleichung dieser Tabelle ergibt nun eine Reihe allgemeinerer Punkte, die hier zunächst kurz erörtert werden mögen.

Die Zahl der Geschlechter und Untergeschlechter*) nimmt im Allgemeinen in den wärmeren Meeren zu, oder anders ausgedrückt, eine ziemliche Anzahl von Formen ist auf die wärmeren Meere beschränkt; wenigstens fehlen sie den kälteren Meeren der nördlichen Hemisphäre, die bis jetzt allein eingehender durchforscht sind. Eine Zählung ergibt, dass von 70 kalkschaligen Gattungen und Untergattungen ca. die Hälfte (38) den arktischen Meeren fehlen; dass hingegen an den brittischen Küsten und der Nordsee dieser Mangel sich nur auf ca. 25 Gattungen erstreckt, im Mittelmeer schliesslich nur auf 15 herabsinkt. Dagegen ist kein Geschlecht oder Untergeschlecht den arktischen oder den nördlichen gemässigten Meeren eigenthümlich, alle hier vertretenen verbreiten sich auch durch die warmen Meere.

Eine im Ganzen nicht sehr erhebliche Zahl von Geschlechtern scheint

*) Bei dieser Betrachtung sind die sandschaligen Formen nicht weiter berücksichtigt worden, da eine beträchtliche Zahl derselben nur sehr wenig bekannt ist und die systematischen Fragen hier am unsichersten liegen.

den tropischen Meeren allein eigenthümlich zu sein, es sind dies 12 von jenen 15 Geschlechtern, die nach obiger Angabe dem Mittelmeer fehlen, während die 3 übrigen Gattungen (Chilostomella, Hauerina und Nummulites) die sich in nördlicheren Meeren gefunden haben, wohl ohne Zweifel auch noch im Mittelmeer anzutreffen sein werden. Es sind diese 12 Gattungen sämmtlich an Artzahl sehr beschränkt; auch ist ihre geographische Verbreitung in den tropischen Meeren, soweit dieselbe bis jetzt bekannt, meist keine weite; jedoch mag dies, wie schon oben bemerkt wurde, mehr auf unzureichender Erfahrung, als auf einem thatsächlich lokal beschränkten Auftreten dieser Formen beruhen. Die eben hinsichtlich der Zahl der vorhandenen Gattungen kalkschaliger Rhizopoden näher betrachteten Districte sind bei weitem die am besten durchforschten; wollte man nach den thatsächlich in den verschiedenen wärmeren Meeren bis jetzt gefundenen Zahlen von Gattungen urtheilen, so müsste man eine z. Th. nicht unbeträchtliche Verminderung gegenüber dem Mittelmeer annehmen. So stellt sich mit Berücksichtigung aller sicheren mir vorliegenden Daten die Zahl der bis jetzt im rothen Meer gefundenen Gattungen und Untergattungen nur auf ca. 29, die von den canarischen Inseln, der Westküste von Afrika und dem tropischen atlantischen Ocean auf 38, die von den westindischen Meeren auf 42, von der Ostküste Südamerikas auf 37, von der Ostküste Afrikas (Seychellen, Madagascar und indischer Ocean) auf 48, vom malayischen Archipel auf 24, Australien und Neuseeland auf 42 und den oceanischen Inseln, sowie dem pacifischen Ocean überhaupt auf 37. Wie gesagt, wäre es jedoch gewiss ungerechtfertigt, in diesen Zahlenverhältnissen die Summe der thatsächlich in jenen angeführten Regionen verbreiteten Gattungen und Untergattungen finden zu wollen; die einzige Thatsache, dass von jenem Plus des Mittelmeeres die eine oder die andere Gattung bald in der, bald in jener der oben aufgeführten Regionen angetroffen wird (mit alleiniger Ausnahme der sehr wenig bekannten Gattungen Squamulina und Rimulina) beweist zur Genüge, dass jene Verhältnisse nur aus unserer unzureichenden Erfahrung sich herleiten. Andererseits ist uns jedoch auch dieser Umstand direct wohl bekannt.

Berücksichtigen wir die Zahl der Arten, so lässt sich fernerhin aus der weiter unten folgenden Tabelle wohl noch einiges hervorheben, wenn auch der Grad der Sicherheit kein sehr erheblicher ist. Für eine ziemliche Reihe von Gattungen scheint nämlich die Artzahl in den wärmeren Meeren zuzunehmen; wir führen als Beispiele hierfür namentlich die Gattungen Quinque- und Triloculina, ferner Nodosaria, Vaginulina, Cristellaria, Marginulina, Textularia und Pulvinulina auf. Dagegen scheinen eine weitere Reihe von Gattungen eine ebenso reiche Artzahl in den kälteren, wie den wärmeren Meeren aufzuweisen; ein Blick auf Lagena, Polymorphina, Virgulina, auch Rotalia (jedoch erst in der gemässigten Region beginnend) wird dies lehren. Inwiefern bis jetzt ein Werth auf die besonders reichliche Entwickelung einiger Gattungen (wie Bulimina und

Nonionina) in der arktischen Region zu legen ist, wollen wir hier nicht zu entscheiden suchen.

Was den Reichthum der einzelnen oben unterschiedenen Faunengebiete an Arten betrifft, so wollen wir hier nur die drei bestbekannten derselben vergleichen, nämlich das arktische, das nördliche gemässigte und das mittelmeerische, wobei wir, wie auch schon bei der Betrachtung der Geschlechter, eine Zunahme der Artzahl in den wärmeren Meeren im allgemeinen antreffen werden. Die Zahl der bis jetzt in den erwähnten drei Regionen gefundenen Arten beträgt in der Reihenfolge, in der sie soeben genannt worden sind, ca. 99, 185 und 198, wobei jedoch zu bemerken ist, dass die nördliche gemässigte Region bei weitem die genauest bekannte ist, und namentlich für die Mittelmeerregion die Zahl der Arten bei ausgebreiteteren Untersuchungen sich wohl noch ziemlich erhöhen dürfte. So beträgt die Zahl der bis jetzt allein an den britischen Küsten nach der Zusammenstellung von Siddall und Brady gefundenen Arten 166, so dass, wie gesagt, diese Region mit Bestimmtheit als die genauest durchforschte zu bezeichnen sein dürfte.

Was die 99 Arten der arktischen Region betrifft, so dürfte hier noch hervorgehoben werden, dass nach den Erfahrungen der britischen Nordpolexpedition (115) die Rhizopodenfauna der arktischen Region des pacifischen Oceans im Ganzen ein sehr einförmiges Gepräge besitzt, indem die grosse Mehrzahl (ca. 95 %) sämmtlicher angetroffener Rhizopoden sich aus wenigen Arten zusammensetzt und zwar sind dies: Globigerina bulloides, Cassidulina laevigata und crassa und Polystomella striatopunctata. Hierzu gesellen sich gewöhnlich noch ein oder zwei Formen von Nonionina und auf sandigem Grund auch Polystomella arctica. Hiernach möchte es scheinen, dass auch die Rhizopodenfauna der arktischen Regionen, trotz der nicht unerheblichen Zahl von 99 bis jetzt überhaupt in ihr angetroffenen Arten, doch im Ganzen einen ähnlichen Charakter zeigt, wie die arktische Meeresfauna überhaupt, d. h. das Vorherrschen weniger Formen in sehr beträchtlichen Mengen.

In der folgenden Tabelle versuchen wir nun eine Uebersicht der bis jetzt ermittelten Hauptergebnisse über die geographische Verbreitung der marinen Rhizopoden zusammenzustellen. Zum Verständniss derselben schicken wir einige Erläuterungen voraus. Die Unterscheidung einzelner Faunengebiete ist eine ziemlich willkürliche und einzig von den vorliegenden, ausgedehnteren Untersuchungen gewisser Gebiete abhängig gewesen. Wir haben solche Gebiete wie die Antillen und die canarischen Inseln, über welche eingehendere Untersuchungen vorliegen, zum Mittelpunkt einer Region erhoben, der wir weitere, zerstreute Beobachtungen aus benachbarten Gebieten angeschlossen haben. Nach diesem Grundsatz sind demnach in der folgenden tabellarischen Uebersicht 11 Regionen unterschieden, die wir zunächst hier etwas genauer zu charakterisiren haben.

I. Arktische Meere; die bezüglichen Beobachtungen beziehen sich sowohl auf den arktischen atlantischen als pacifischen Ocean, die Küsten von Grönland, des arktischen Norwegens, die Baffinsbai etc.

II. Nördlich gemässigte Meere; begreifend die Küsten von Grossbritannien, die Nordsee, Ostsee, die Küstengebiete des gemässigten Norwegens, die Ostküste von Nordamerika, die gemässigten Gebiete des nordatlantischen Oceans, den Kanal und die Westküste von Frankreich.

III. Das Mittelmeer.

IV. Das rothe Meer.

V. Die canarischen Inseln, die wenigen Beobachtungen von der Westküste von Afrika und aus dem tropischen atlantischen Ocean.

VI. Westindische Meere.

VII. Die Ostküste von Südamerika, hauptsächlich Befunde von der sogen. Albrolhos Bank.

VIII. Die Ostküste von Afrika, hauptsächlich Befunde von den Seychellen und Madagascar, sowie dem indischen Ocean.

IX. Malayischer Archipel.

X. Australien und Neuseeland.

XI. Die Küsten der oceanischen Inseln und die im Ganzen sehr spärlichen Beobachtungen aus dem pacifischen Ocean überhaupt, mit Ausnahme seiner arktischen Region.

Wir geben zunächst stets eine Totalübersicht der Zahl der überhaupt bis jetzt in jeder Gattung oder Untergattung unterschiedenen Arten und hierauf die Totalzahl der in jeder der unterschiedenen Regionen bis jetzt angetroffenen Arten. Hierauf folgt eine nach Nummern gegebene Uebersicht der Arten jeder Region, so dass hieraus in jedem einzelnen Fall leicht zu eruiren ist, wie viel Arten je zwei Regionen gemeinsam sind, und in welcher Verbreitung durch die verschiedenen Regionen bis jetzt eine und dieselbe Art angetroffen wurde.*) Wenn das Vorkommen einer Gattung in einer Region nur im Allgemeinen, ohne Kenntniss der betreffenden Arten, bekannt wurde, so bezeichnen wir dies durch ein *; wo ferner die Verbreitung einer Gattung durch gewisse Regionen, aus welchen noch kein directer Beweis für ihr Vorkommen vorliegt, aus der sonstigen Verbreitung mit Sicherheit wohl zu erschliessen ist, so deuten wir dies durch ein ? an.**)

---

*) Das ganze Arsenal von Artnamen hier vorzuführen, glaubten wir nicht unternehmen zu sollen.

**) Ausser den schon in der allgemeinen Literaturübersicht aufgeführten Schriften über die geographische Verbreitung der marinen Rhizopoden, die fast sämmtlich von mir bei der Zusammenstellung der folgenden Uebersicht benutzt werden konnten, mögen hier noch nachstehende Abhandlungen angemerkt werden, die mir unzugänglich blieben:

Robertson, D., Note of rec. Foraminif. etc. of Firth of Clyde (Transact. geol. soc. Glasgow V.).

—— Report on dredging etc. of Durham and N.-Yorksh. (Rep. Brit. Assoc. Bristol Meet.).

Winther, G., Danmarks Foraminifera. Kjöbenh. 1874.

Terquem, O., Foraminif. de la plage de Dunkerque. 2 p. Paris 1876—78.

Imperforata.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Squamulina . . . . Totalzahl 1.			1								
Ammodiscus . . . Tot. 4.	**1** 1	**4** 1 | 4	? 2 3	?	**1** 2	**2** 2 3	**2** 1 3	?	?	?	?
Cornuspira . . . . . Tot. 3.	**2** 1 | 2	**3** 1 | 3	**1** 1	?	?	**1** 1	**1** 1	**1** 1	?	**1** 1	?
Nubecularia . . . . Tot. 2.		1	1	?	?	?	?	1		1	1 | 2
Placopsilina . . . Tot. 1.		1	1	?	?	?	?	1	?	?	?
Spiroloculina . . . Tot. 11.		**4** 1 | 4	**6** 1 | 6	?	**1** 3	**4** 7 | 9 10	**3** 1 2 7	**3** 1 | 3	**1** 1	**4** 1 2 5 11	**2** 1 5
Quinqueloculina . Tot. 29.	**4** 1 3 | 5	**12** 1 | 9 14 | 16	**11** 1 | 11	**3** 1 2 13	**4** 1 3 4 9	**16** 2 | 4 6 9 11 12 14 17 20 24 | 29	**8** 1 **2** 4 | 6 9 11 12 17 22	**9** 1 | 5 7 12 13 20	**5** 2 5 6 9 17	**11** 1 | 5 9 17 | 20	**7** 1 | 3 5 6 18 23
Triloculina . . . . Tot. 23.	**3** 1 | 3	**6** 1 | 5 12	**7** 2 | 7 12	**1** 1	**3** 3 4 23	**10** 3 4 15 | 22	**7** 1 | 3 9 10 11 14	**3** 3 | 5	**3** 2 3 5	**5** 2 3 5 6 13	**2** 3 6
Biloculina . . . . . Tot. 6.	**1** 1	**6** 1 | 6	**4** 1 | 3 5	**1** 3	**1** 1	**5** 1 | 3 5 6	**4** 1 | 3 5	**3** 2 3 6	?	**3** 1 | 3	**1** 1
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.

	I	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Vertebralina . . .			**4**			**4**	**3**			**4**	
Tot. 6.			1	?	?	2	1	?	?	1	
			|			|	3			|	
			4			5	6			3	
										5	
Hauerina		**1**		**1**				**1**		**2**	**1**
Tot. 5.		3	?	4	?	?	?	3	?	1	4
										|	
										2	
				die 5. Art nach Brady weit verbreitet.							
Peneroplis			**3**			**2**	**1**	**1**		**1**	**1**
Tot. 5.			1			4	2	2	?	2	2
			|	?	?	5				
			3								
Dendritina			1	?	?	1	?	?	?	1	?
Tot. 1.											
Spirolina			1	1	?	?	?	?	?	1	?
Tot. 1.											
Haplophragmium	**2**	**3**	**2**	**1**		**2**	**1**	**1**			
Tot. 3.	1	1	1	2		1	2	2			
	|	|	|			|					
	2	3	2			2					
Lituola s. str. . . .	1	1	1								
Tot. 1.											
Orbiculina			**1**	?	**2**	?	**1**	*	*	?	?
Tot. 2.			1		1		1				
					2						
Alveolina			*	?	*	**2**	?	**2**	?	**3**	**1**
Tot. 3.						1		1		1	1
						3		2		2	
Orbitolites*) . . .	*	*	*	*	*	?	?	*	?	*	*
Tot. 4.											

Arenacea.

Botellina	Reg. II.
Tot. 1.	
Hyperammina . .	durchaus sehr weit verbreitet.
Tot. 3.	
Jaculella	Reg. II, weitere Verbreitung unsicher.
Tot. 1.	
Marsipella	Reg. V, und weiter.
Tot. 1.	
Rhyzammina . . .	Verbreitung sehr weit.
Tot. 1.	
Sagenella	Reg. XI.
Tot. 1.	
Rhabdammina . . .	Reg. II, VI und VII.
Tot. 3.	

*) Da es mir nicht möglich war, die Verbreitung der einzelnen Formen einigermaassen sicher zu ermitteln, so habe ich speciellere Angaben unterlassen; jedoch sei hier soviel bemerkt, dass die complicirter gebauten Formen auf die wärmeren Meere beschränkt sind.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Astrorhiza . . . . . Tot. 3.	**1** 2	**3** 1 | 3				**1** 2	**1** 3			**1** 3	**1** 2
Aschemonella . . Tot. 1.	Reg. V, VII und XII.										
Dendrophrya . . . Tot. 2.	Reg. II.										
Haliphysema . . . Tot. 1—2.	Reg. II.										
Saccammina . . . . Tot. 1.	Reg. II und weiter.										
Webbina . . . . . Tot. 2.	Reg. II, V und VI.										

Perforata.

Lagena . . . . . Tot. 54.	**16** 1 | 16	**27** 1 | 7 10 | 15 17 | 19 44 | 54	**3** 2 12 13	**4** 10 | 12 15	**1** 5	**6** 2 8 10 | 12 14	**9** 2 | 5 7 8 11 12 14	**8** 2 | 4 8 10 12 | 14	**32** 2 | 4 5 7 9 | 13 20 | 41	**12** 2 | 4 7 10 12 | 15 17 42 43	**2** 10 12
Nodosaria s. str. . . Tot. 13.	**2** 1 | 2	**6** 1 | 5 13	**8** 1 3 | 10	?	**1** 5	**6** 1 | 3 8 11 12	**2** 1 4	**1** 4	?	?	?
Dentalina . . . . . Tot. 14.	**4** 1 | 4	**5** 1 2 4 5 9	**9** 1 4 | 7 9 11 | 13	**1** 1	**5** 1 3 5 9 10	**3** 1 4 14	**3** 1 7 9	**3** 1 4 5	?	**3** 1 4 8	?
Glandulina . . . . . Tot. 1.	1	1	1	1	?	?	1	?	?	1	?
Lingulina . . . . . Tot. 2.	**1** 1	**2** 1 2	**1** 1	**1**							

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. |

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Vaginulina	**1**	**2**	**7**	?	?	?	?	**1**	?	**1**	?
Tot. 8.	1	1	1					8		8	
		3	|							
			7								
Rimulina			1								
Tot. 1.											
Orthocerina						1					
Tot. 1.											
Conulina						1					
Tot. 1.											
Frondicularia . . .		**2**	**2**	?	**2**	?	?	?	?	?	**2**
Tot. 7.		4	2		1						6
		5	3		2						7
Flabellina										**1**	**2**
Tot. 2.										2	1
											|
											2
Marginulina . . .	**1**	**3**	**7**	**1**	**1**	**1**	**1**	?	?	?	?
Tot. 9.	8	1	2	5	8	8	8				
		8	|							
		9	8								
Cristellaria	**4**	**4**	**16**		**6**	**5**	**1**	**1**	?	**1**	**1**
Tot. 20.	1	1	1		1	1	2	2		2	7
	|	|	|		|	|					
	3	4	15		3	3					
	16		17		7	7					
					19	18					
					20						
Hormosina	Verbreitung sehr weit.										
Tot. 2.											
Haplostiche	Verbreitung?										
Tot.?											
Reophax	Verbreitung sehr weit.										
Tot. ca. 7.											
Polymorphina . .	**8**	**12**	**8**	*	*	**4**	**3**	**2**	*	**6**	*
(einschl. Dimorphina)	1	1	1			11	1	1		1	
Tot. 25.	|	|	|			12	13	21		3	
	3	6	3			15	21			6	
	18	16	6			21				10	
	|	17	|							14	
	22	21	9							21	
		23	21								
		|									
		25									
Uvigerina	**2**	**3**	**4**	?	**4**	**4**	**2**	**3**	**1**	**2**	**5**
(einschl. Sagrina)	1	1	1		1	3	1	2	5	2	1
Tot. 14.	|	2	|		2	4	6	3		3	11
	2	7	4		8	9		5			|
					11	10					14

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. |

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Orbulina	1	1	1	1	1	1	1	?	?	?	?
Tot. 1.											
Globigerina	**2**	**3**	**3**	**2**	**3**	**4**	**1**	**3**	?	**1**	**1**
Tot. 11 (oder 13)	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1
(hiervon jedoch nur 7	2	2	|	3	2	4		|			
bis jetzt hins. Verbreit.		4	3		7	5		3			
näher bekannt).											
Hastigerina	Verbreitung weit.										
Tot. 1.											
Carpenteria								**2**	**1**		**1**
Tot. 3.								1	1		2
								2			
Candeana						1	1	?	1	1	1
Tot. 1.											
Cymbalopora . . .					**2**	**4**	**1**	**1**	?	**2**	**1**
Tot. 4.					1	1	1	1		1	1
					3	|			2	
						4					
Psammosphaera .		1			1	1	1				1
Tot. 1.											
Stortosphaera . . .	Reg. 2.										
Tot. 1.											
Thurammina	Sehr weit verbreitet.										
Tot. 3.											
Sorosphaera		1			1		1				1
Tot. 1.											
Chilostomella . . .	1	1							1	1	1
Tot. 1.											
Allomorphina . . .											1
Tot. 1.											
Textularia	**3**	**12**	**12**	?	**4**	**9**	**7**	**5**	?	**7**	**2**
Tot. 26.	1	1	1		5	1	1	1		1	1
	|	2	2		7	5	3	2		7	18
	3	4	4		18	8	7	5		8	
		|	|		21	15	14	8		14	
		12	8			16	|	15		|	
		26	13			18	17			16	
			14			23				22	
			18			|					
			|		25					
			20								
Bigenerina	**1**	**3**	**4**	?	**1**	**1**		**1**			
Tot. 5.	1	1	1		1	1		1			
		|	2								
		3	4								
			5								

I. II. III. IV. V. VI. VII. VIII. IX. X. XI.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Verneuilina	**1**	**3**	**4**	**1**	**2**	**2**	?	**2**	**1**	?	**1**
Tot. 6.	1	1	1	3	4	3		3	3		5
(einschl. Clavulina		|	|			6		5			
d'Orb. p. p.)		2	4								
		4									
Grammostomum .			**4**		**1**						
Tot. 4.			1		2						
			|								
			4								
Cuneolina					1						
Tot. 1.											
Pavonina						1		1			1
Tot. 1.											
Bulimina	**8**	**9**	**7**	**2**	**1**	**3**	**3**	**2**	?	**4**	**3**
Tot. 13.	1	1	1	3	13	3	4	1		4	4
(einschl. Robertina.)	|	|	|	7		4	5	4		5	7
	7	8	5			12	7			7	10
	11	13	7							8	
			9								
Virgulina	**2**	**2**	**2**	**1**	?	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**1**
Tot. 3.	1	1	1	2		3	1	1	1	1	1
	2	2	2				2	2		2	
Bolivina	**2**	**3**	**2**			**4**	**5**	**4**	**2**	**1**	**3**
Tot. 6.	1	1	1			1	1	1	1	1	1
	4	2	5			3	3	2	5		2
		4				|	|	3			4
						5	6	6			
Valvulina	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**2**	?	?	?	**6**	?
Tot. 10.	1	1	1	7	9	1				1	
		2	3		10	8				3	
										|	
										7	
Chrysalidina . . .					1			1			
Tot. 1.											
Cassidulina	**3**	**3**	**1(2?)**	?	?	**1**	**5**	**4**	?	?	?
Tot. 7.	1	1	2			1	1	1			
	|	2	4 (?)				2	2			
	3	7					4	4			
							|	6			
							6				
Discorbina	**2**	**6**	**5**	**1**	**4**	**6**	**2**	**1**	**2**	**8**	**8**
Tot. 20.	3	1	1	1	4	3	3	5	3	3	3
	5	|	3		5	|	5		5	|	4
		5	4		16	6				5	7
		13	6		17	15				8	11
			7			16				|	13
										12	18
											|
											20
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Planorbulina s. str. Tot. 16.		**3** 1 | 3	**6** 1 | 3 4 5 11	**2** 6 11	**3** 1 7 12	**7** 1 | 5 7 13	**3** 2 4 11	**4** 2 4 8 10	**3** 1 4 15	**3** 1 2 4	**3** 1 10 16
Truncatulina . . . Tot. 4.	**1** 1	**2** 1 2	**3** 1 | 3	**1** 1	**1** 1	**1** 1	**1** 1	**1** 1	**1** 1	**2** 1 2	**1** 1
Anomalina . . . . . Tot. 2.	**1** 1	**1** 1	**2** 1 2	**1** 1							
Planulina . . . . . . Tot. 1.			1			1			1		
Pulvinulina . . . . Tot. 30.	**3** 3 9 10	**11** 1 | 9 17 30	**11** 1 | 3 5 | 7 9 11 | 14	**8** 5 | 9 16 17 19	**7** 6 7 18 19 23 | 25	**13** 2 3 5 | 7 9 11 | 13 17 20 | 22	**8** 2 6 7 11 13 18 26 27	**10** 1 2 5 | 9 11 16 17	**3** 2 5 6	**2** 11 15	**2** 28 29
Rotalia . . . . . . Tot. 13.		**4** 1 | 4	**5** 1 | 5	?	**2** 3 4	**4** 1 11 12 13	**3** 1 4 7	**4** 4 6 7	**4** 1 3 8 9	**2** 1 7	**3** 1 9 10
Calcarina . . . . . . Tot. 4.			**1**od.**2** 1? 2	?	**1** 1	**1** 4	**4** 1 | 4	**1** 4	**1** 1	**1** 1	**2** 1 3
Polytrema . . . . . Tot. 1.			1		1			1			1
Patellina . . . . . . Tot. 3.	**1** 1	**1** 1	**1** 1					**3** 1 | 3	**2** 2 3	**2** 2 3	
Pullenia . . . . . . Tot. 5.	**1** 1	**1** 1	**1** 1	**2** 1 4	**2** 2 3	**4** 1 2 4 5	**1** 1				
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Sphaeroidina . . . Tot. 2.		**1** 1	**1** 1	**1** 2	**1** 2			**1** 1			
Spirillina . . . . . Tot. 7.	**2** 1 2	**2** 1 6	**1** 1				**1** 1	**2** 5 6		**2** 1 4	**3** 3 4 5
Amphistegina . . Tot. 3.				**1** 3	**2** 1 3	**2** 1 3	**2** 1 2			**1** 1	**1** 1
Operculina. . . . . Tot. 3.	**1** 3	**1** 3	**1** 3	**1** 3	*	*	*	**2** 1 2	**2** 1 3	**2** 1 3	
Nummulites. . . . Tot. 1 od. 2.	*	*					*	*	*	*	
Nonionina . . . . . Tot. 14.	**9** 1 2 4 | 7 9 11 12	**6** 1 | 6	**8** 1 2 4 | 6 8 10 13	**1** 5	**3** 1 4 5	**2** 1 4	**2** 1 4	**4** 1 2 4 6	**1** 4	**2** 2 4	**2** 1 5
Polystomella . . . Tot. 11.	**3** 1 | 3	**3** 1 | 3	**4** 1 2 4 8	**1** 7		**4** 2 4 | 6	**6** 1 2 6 7 10 11	**3** 1 2 4	**4** 2 5 | 7	**6** 1 2 4 6 | 8	**4** 1 2 4 6
Cyclammina. . . . Tot. 1.	**1**	1			1	1	1		1	1	
Heterostegina . . Tot. ca. 4.*)				*		*		*			*
Cycloclypeus . . . Tot. 2.**)									*		
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.

*) Eingerechnet zwei neuerdings von Möbius (Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius etc. 1880) von Mauritius beschriebne Arten.

**) Eingerechnet eine neuerdings von Brady (Qu. journ. micr. sc. Vol. 21. n. s.) von den Fiji-Inseln beschriebne Art.

10. Paläontologische Entwicklung der Rhizopoda.

Bearbeitet von C. Schwager.*)

Nachdem die Eozoonfrage schon bei früherer Gelegenheit eine ziemlich ausführliche Erörterung erfahren hat, würde es zu weit führen, wenn man dieselbe hier nochmals berühren wollte, und will ich nur bemerken, dass trotz allem bisher Angeführten erst die Zukunft endgültig zu entscheiden haben wird, ob wir in dem Eozoon den ältesten bekannten Vertreter der Rhizopoden aus den sogenannten archäischen Formationen zu begrüssen haben oder nicht.

Wir wenden uns daher gleich zur Betrachtung der

Paläozoischen Formationen.

Wichtigere Literatur:

Ehrenberg, Monatsber. der Berliner Akad. 1858.

Parker und Jones, Ann. magaz. nat. hist. London 1863 u. 1872.

Dawson, G. M., On a new species of Loftusia. Quart. journ. geolog. soc. Vol. 35.

Fischer de Waldheim, G., Oryctographie du Gouvernem. de Moscou. 1829—37.

Ehrenberg, Mikrogeologie 1854.

Geinitz, Die Versteinerungen d. deutschen Zechsteingebirges u. Rothliegenden. Dresden 1848.

Jones, R., in **King, W.,** Monograph. of the Permian fossils of England. London 1850.

Reuss, A. E., Entomostr. u. Foraminiferen im Zechstein der Wetterau. Jahrb. der Wetterauischen Gesellschaft f. 1851—53. Hanau 1854.

Richter, R., Zeitschr. d. deutschen geolog. Gesellsch. Bd. VII.

Hall, J., Trans. Albany Institute Vol. IV. (Kohlenkalk von Indiana u. Illinois.)

Eichwald, E., Lethaca rossica. Stuttgart 1860.

Geinitz, H. B., Dyas. Leipzig 1861.

Schmidt, E., Ueber die kleineren organ. Formen des Zechsteinkalkes von Selters. N. Jahrb. f. Mineralogie etc. 1867.

Young and Armstrong, Transact. geolog. soc. of Glasgow. Vol. III. u. IV. (Kohlenkalk von Schottland.)

Brady, H. B., A monograph of Carboniferous and Permian Foraminifera. Palaeontogr. soc. 1876.

—— On a Group of Russian Fusulinae. Ann. mag. nat. hist. 1876.

Stache, Fusulinenkalke aus Ober-Krain, Sumatra u. Chios. Verh. geol. Reichsanst. Wien 1876.

Zittel, Handbuch der Paläontologie. München 1876.

Möller, V. von, Die spiralgewundnen Foraminiferen des russischen Kohlenkalks. Mém. acad. St. Pétersbourg 7. s. T. XXV. 1878.

—— Die Foraminiferen des russischen Kohlenkalks. Ibid. 7. s. T. XXVII. 1879.

—— Ueber einige Foraminiferen führende Gesteine Persiens. Jahrb. der geolog. Reichsanst. Wien 1880.

Steinmann, G., Mikroskopische Thierreste aus dem deutschen Kohlenkalk. Zeitschr. der deutschen geolog. Gesellsch. 1880.

*) Die Schwierigkeiten, welche, wegen des Umfangs und der weiten Zerstreuung der einschlägigen Literatur, sowie der Verwicklung der systematischen Verhältnisse, die Abfassung eines kurzen Berichtes über die paläontologische Entwicklung der Rhizopoden darbietet, liess es mir wünschenswerth erscheinen, einen auf diesem Gebiet seit längerer Zeit thätigen Fachmann um seine gütige Mitwirkung zu ersuchen. Ich hege die Hoffnung, dass trotz einiger Ungleichheiten, welche hierdurch in die Darstellung eingeführt worden sind, das Werk im Ganzen dadurch gewonnen hat. O. Bütschli.

Es existiren zwar mannigfache Angaben über das Auftreten von Rhizopoden im Silur, von welchen namentlich jene so bewährter Forscher, wie es Parker und Jones sind, gewiss alle Beachtung verdienen; trotzdem schwebt aber noch ein gewisses Dunkel über diesen Vorkommnissen, und lässt sich an das, was von denselben bisher bekannt wurde, kaum irgendwie anknüpfen. Auch im Devon fand Schlüter*) eine Form, welche er als Coelotrochium Decheni an Ovulites anschliessen zu können glaubt, die aber Steinmann wohl mit Recht zu den Kalkalgen stellen möchte, zu denen allerdings auch Ovulites gehört.**) Auf die, ausserdem im Silur und Devon vorkommenden Receptaculiden und Stromatoporiden brauchen wir hier nicht näher einzugehen, da wir über dieselben schon früher berichtet haben und deren Beziehungen zu den Rhizopoden überhaupt noch mannigfach in Frage kommen.

Ganz anders gestaltet sich das Verhältniss dagegen bei den Rhizopoden des Kohlenkalks. Hier sind es keine zweifelhaften Formen, denen wir gegenüberstehen, wir finden da im Gegentheil manche Vorkommnisse, die sich in ungeahnter Weise selbst an recente Formen anschmiegen.

Steinkohlenformation.

Obwohl gewiss vorauszusetzen ist, dass es früher oder später gelingen wird, in älteren Schichten die Vorläufer der verhältnissmässig so hoch entwickelten Rhizopodenfauna dieser Formation zu entdecken, so spielt dieselbe bei dem jetzigen Stande unseres Wissens doch immerhin die Rolle einer Primordialfauna, und muss man sich vor der Hand damit begnügen, von dieser Etappe aus die weitere Entwicklung der bezüglichen Formen zu verfolgen.

Dies aber dürfte es rechtfertigen, wenn wir bei der Vorführung der betreffenden Fauna etwas mehr ins Detail eingehen, um so mehr, als manche Unsicherheiten, welche sich in den bisherigen Bearbeitungen derselben noch finden, wohl einer gewissen Feststellung bedürfen. Es ist dies übrigens nicht zu verwundern, wenn man die Schwierigkeiten in Betracht zieht, welche der Erhaltungszustand hier so häufig einer genaueren Untersuchung entgegensetzt. Was die Reihenfolge betrifft, in welcher diese Formen vorgeführt werden, so schliesst sie sich, der Gleichartigkeit wegen, im Ganzen an die im systematischen Abschnitt eingehaltene Folge an, und sind die bisher aus dem Carbon bekannt gewordenen Gattungen mit Ausschluss der Synonyme folgende:

Haplophragmium Reuss. Brady führt in seiner Monographie bloss eine Form dieser Gattung an, die allerdings mit Recht der vorliegenden Abtheilung zugezählt werden muss und zwar jener Untergruppe mit einfacher centraler Mündung, welche bereits von Reuss als d'Orbignyna Hagenow abgetrennt wurde; von Haplophragmien sensu strictiori, mit

*) Zeitschr. der deutschen geolog. Gesellsch. 1879.

**) Die eingehende Bearbeitung von Munier-Chalmas in Bull. soc. geol. de France 3. Ser. T. VII. Nr. 10 lässt über die Stellung dieser Form kaum mehr einen Zweifel zu.

einfachen Kammern, aber mehr oder weniger siebförmiger Mündung, findet man dort jedoch nichts erwähnt, doch kann ich nicht umhin, Endothyra globulus (Eichwald) Möller (II. Taf. I. Fig. 1), sowie auch die als Endothyra Panderi M. und End. parva M. aufgeführten Formen dafür zu erklären, denn ich vermag kein Merkmal zu finden, das sie von ersterer Gattung trennen würde. Auch die bei Möller als fraglich angegebene Form, die l. c. Abth. I. Taf. IV. Fig. 6 abgebildet ist, dürfte wohl hierher gehören, falls sie nicht eine echte Lituola mit Sekundärsepten darstellt.

Lituola Lamarck. Von typischen Lituolen wird bei Brady eine Form als L. nautiloidea Lmk. angeführt, was jedenfalls auf eine exorbitante Langlebigkeit dieser Species hindeuten würde.

Wichtiger jedoch als die bisher angeführten Lituolideen, in Anbetracht der Rolle, welche er zum Theile in der Zusammensetzung der Kohlenkalkfaunen spielt, ist ein anderer Repräsentant dieser Gruppe, welcher wohl als das aufgefasst werden muss, was man bisher als die Nonioninenform von Haplophragmium zu betrachten gewöhnt war, nämlich:

Endothyra Phillips. Die älteren Formen, wie z. B. die von Phillips zuerst aufgestellte Species E. Bowmanni Ph. zeigen zwar meist eine ausgesprochene Ungleichseitigkeit, während unter denen aus jüngeren Schichten sich gerade im Gegentheil mehr annähernd gleichseitige Formen finden, doch wird man bei genauerer Untersuchung wohl auch bei letzteren den, wenn auch flach turbinoiden Aufbau zu erkennen vermögen. Brady führt diese Formen als porenlos und halbsandig an, während Möller, dem augenscheinlich ein besser erhaltenes Material zu Gebote stand, das Vorhandensein von Poren betont. Ich kann nach den Beobachtungen, die ich zu machen Gelegenheit hatte, nur Beides bestätigen, so sehr es sich auch zu widersprechen scheint. Die vorliegende Gattung kann an Massenhaftigkeit des Vorkommens im Kohlenkalke stellenweise selbst mit den Fusulinen wetteifern.

Trochammina P. et J. An die von Brady aufgeführten Arten dieser Gattung schliessen sich jene eng an, die aus dem oberen Zechsteine angegeben werden, und ist möglicherweise hier der Ausgangspunkt mancher, später gesondert auftretender Formen zu suchen.

Saccammina Sars. Zu den genauen Untersuchungen dieser Gattung, wie wir sie Brady verdanken, wäre nur hinzuzufügen, dass die grosse Form aus dem Kohlenkalke von Punchab, welche Prof. Zittel in seinem Handbuche erwähnt, in ganz ausgezeichneter Weise, jenes eigenthümliche Relief kleiner Sechsecke zeigt, wie wir es bei manchen Lageniden beobachten können.

Nodosinella Brady. Repräsentirt hier, in Gemeinschaft mit der vorhergehenden Form, die Gruppe der Arenacea, die ich als wohl berechtigt zu betrachten allen Grund habe.

Lagena Walker et Jakob. Von den bei Brady angeführten Formen besitzt namentlich L. Lebouriana B. ein so charakteristisches Aussehen,

dass an deren Zugehörigkeit zu der betreffenden Gattung kaum gezweifelt werden kann.

Climacammina Brady (Cribrostomum Möller).*) Bei diesem Genus scheint ein eigenthümliches Verhältniss im Aufbau, das bei anderen agglutinirenden Foraminiferen nur hier und da beobachtet wird, als Norm vorzukommen. Die Schale wird nämlich bei jeder einzelnen Kammer Anfangs rein kalkig, mit ziemlich gedrängt stehenden, gleichmässig vertheilten Poren abgeschieden. Erst später werden Sandkörner mit zum Aufbaue derselben verwendet, wodurch, wie es nicht anders zu erwarten ist, die Entstehung von Poren auf einzelne Partien beschränkt, oder deren Bildung auch vollständig sistirt werden kann. Die Zeichnungen, welche v. Möller seinem Werke beigibt, zeigen dieses Verhältniss in ganz ausgezeichneter Weise, aber auch bei Brady ist Taf. II. Fig. 8 Aehnliches bereits angedeutet.

Textularia Defrance. Manche Formen, die ich, namentlich aus dem Carbon von China und Japan kennen zu lernen Gelegenheit hatte, dürften wohl zu den echten Textularien oder wenigstens zu der agglutinirenden Abänderung derselben, den Plecanien, zu zählen sein.

Tetrataxis Ehrenberg. Was diese eigenthümliche Form betrifft, die eine sehr grosse horizontale Verbreitung besitzt, jedoch nirgends gerade häufig zu sein scheint, so erinnert dieselbe in dem äusseren Aufbaue ihres konischen Schalen-Mantels an Patellina, obwohl sie anderseits doch wieder viel mehr Aehnlichkeit mit manchen gerundet konischen, agglutinirenden Textilarien besitzt. Dass aber diese Tetrataxis-Form aus der Reihe der Arten, die bisher unter der Genusbezeichnung Valvulina aufgeführt wurden, ausgeschieden und die alte Ehrenberg'sche Bezeichnung für dieselben beibehalten werden müsse, darin kann man v. Möller nur beistimmen. Ebenso kann ich die Beobachtung Möllers nur bestätigen, dass auch bei dieser Gattung, zumeist nur in den jüngern Theil der Schale Sand aufgenommen wird.

Höchst eigenthümlich ist das, sowohl von Brady als auch von Möller beobachtete Auftreten zierlich vertheilter Sekundärsepta bei manchen dieser Formen. Durch das letztere Merkmal würde sich auch Brady's Valvulina rudis annähernd hier anschliessen, doch erweist sich dieselbe im Ganzen als so eigenartig, dass ich sie bei keiner bisher aufgestellten Gattung unterzubringen wüsste.

Valvulina plicata Br. und Valv. bulloides Br. werden wohl bei Valvulina verbleiben müssen; doch dürfte es nothwendig werden, dieses Genus etwas mehr einzuengen, als dies bislang vielfach der Fall war.

Truncatulina d'Orbigny. Wenn man die Beschreibung, und namentlich die Abbildung der Form, welche Brady unter dem Namen T. Boueana d'Orb. aus dem Kohlenkalke anführt, mit den tertiären

*) Durch ein Versehen wurde p. 204 fälschlich geschrieben Climacimma.

Repräsentanten dieser Art vergleicht, so dürften sich doch wohl Merkmale finden lassen, welche beide Arten von einander scheiden, obwohl sich scheinbar unmittelbar verbindende Glieder immerhin finden lassen mögen.

Pulvinulina Parker et Jones. Eine sehr charakteristische Art dieser Gattung, welche in einer nahestehenden Verwandten allerdings erst wieder in der Kreide erscheint, dann aber, mit wenig Veränderungen bis in die Jetztzeit hinaufreicht, lernen wir ebenfalls durch Brady, in der P. Broeckiana Br. aus dem Kohlenkalke kennen, und gibt so dieselbe thatsächlich das Beispiel einer sehr langlebigen Gruppe ab.

Calcarina d'Orbigny. Der äusseren Form nach, wie sich aus der Abbildung bei Brady ersehen lässt, zeigt die betreffende Kohlenkalkform keine besondere Aehnlichkeit mit den jüngeren Vertretern dieser Gattung, doch die Angabe der Schalenstruktur muss jedes Bedenken beseitigen, das sich gegen die richtige Einreihung der als C. ambigua Brady bezeichneten Form erheben könnte.

Spirillina Ehrbg. Von diesem Genus werden von Möller einige recht charakteristische Formen angeführt, die sich ganz ungezwungen an die jüngeren Vertreter dieser Gruppe anschliessen, obwohl sie immerhin merkliche Verschiedenheiten zeigen.

Archaediscus Brady. Diese eigenthümliche Gattung, deren Durchschnitte, wie sie sich in den Dünnschliffen zeigen, namentlich bei Möller sehr charakteristisch gezeichnet sind, repräsentirt meist in den verschiedenen Kohlenkalkproben, in denen ich sie zu beobachten Gelegenheit hatte, für sich allein die rein kalkschaligen Foraminiferen, und fällt dieselbe durch ihre auffallend durchsichtige, dicke Schale meist ziemlich auf. Im Ganzen scheint dieselbe feinporös zu sein, doch konnte ich auch mehrmals grobporige Partien deutlich unterscheiden, genau in der Weise wie sie Brady zeichnet.

Cribrospira Möll. Diese Gattung, welche ich jedoch nicht selbst untersuchen konnte, schliesst sich der allgemeinen Gestalt nach an die ganz eingerollten Formen von Haplophragmium an, doch wäre es immerhin denkbar, dass sie eine rein kalkige Schale besitzt, wofür jedenfalls die Art der Perforation sprechen würde.

Bradyina Möll. Ganz unerwartet steht man hier einer Form gegenüber, die enge Beziehungen zu den Polystomellen besitzt, von denen sie sich aber durch ihren unsymmetrischen Aufbau unterscheiden würde. Exemplare von Kaluga, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, und die ich allen Grund habe hierher zu rechnen, zeigen dieses Merkmal ganz augenfällig, doch scheinen dieselben eine agglutinirte Schale zu besitzen.

Amphistegina d'Orbigny. Einen eigenthümlichen Eindruck macht es, diese Form, welche man höchstens in der oberen Kreide zu suchen gewöhnt war, in überdies noch so sehr typischen Repräsentanten hier wiederzufinden, und könnte man durch solche Funde verleitet werden,

Jenen recht zu geben, welche den Foraminiferen alle Tauglichkeit zur Unterscheidung von Schichten absprechen möchten. Doch gibt es der Gründe übergenug, welche für das Gegentheil sprechen.

Nummulites Lamarck. Was von der vorhergehenden Gattung gesagt wurde, gilt von der vorliegenden noch in erhöhtem Maasse, deren erstes Auftreten einst als eines der charakteristischsten Merkmale des Eocän galt. Durch die exorbitante Entwicklung, welche sie dort findet, wird sie aber für diese Abtheilung ihre bezeichnende Rolle allerdings auch immer behaupten.

Fusulina Fischer v. Waldheim. Die beste Charakterisirung dieser für den Kohlenkalk schon lange als typisch bekannten Rhizopode verdanken wir Val. v. Möller, dem aber auch bei der Bearbeitung dieser Formen ein ganz besonders umfangreiches Material zu Gebote stand.

Noch in Zittels Handbuche der Paläontologie, in welchem mir die Aufstellung der Diagnose für diese Gattung überlassen wurde, hatte ich der bisherigen Auffassung folgend die Fusuliniden im Allgemeinen unter diesem Namen zusammengefasst, und auf die damals noch unfertige Untersuchung dieser Abtheilung fussend, die Mündungsverhältnisse von Formen aus dem Kohlenkalke von China als die typischen betrachtet. Sehr bald wurde jedoch auch mir klar, dass hier eine Trennung in verschiedene Gruppen nicht zu vermeiden sei. Mehr als irgend ein anderes Vorkommen sind es aber die erwähnten Funde aus dem chinesischen Kohlenkalke, welche Klarheit in das gegenseitige Verhältniss dieser jedenfalls verwandten Typen zu bringen vermögen, und geht aus denselben nicht nur hervor, dass jene Formen, welche v. Möller als Schwagerina abtrennt, thatsächlich eine selbständige Gruppe bilden; sondern dass die extremen dort vorkommenden Repräsentanten dieser neuen Gattung es ausserdem möglich machen, die für dieselbe aufgestellte Diagnose wesentlich zu ergänzen. Für die Fusulinen bleibt die Fältelung der Kammern, welche zwar schon Salter kenntlich abgebildet hat, und die auch v. Möller besonders hervorhebt, immerhin charakteristisch, den Schwagerinen gegenüber tritt aber noch als trennendes Merkmal der Mangel des Basalskelets hinzu, das wir dort kennen lernen werden. Die Mündung, welche bei der Form von Savaninsk, die ich zuerst zu untersuchen Gelegenheit hatte, so häufig, sehr bald verschwindet, stellt bei den Fusulinen ausserdem thatsächlich, im normalen Zustande, eine aus dem Unterrande der Septalfläche ausgeschnittene mediane Spalte dar, während wir bei den Schwagerinen mannigfache Schwankungen in dieser Richtung kennen lernen werden. Ein verbindendes Merkmal dagegen, welches beide Formengruppen zu einem Ganzen, den Fusulineen vereinigt, liegt jedoch in den eigenthümlich in die äussere Wand eingekeilten Septalwänden, die mir sonst bei keiner andern Foraminifere bekannt sind. Bei einem Durchschnitte, wie wir ihn etwa Taf. XII. Fig. 14 sehen, findet man nämlich, dass das Septum sich mit zugeschärftem Aussenrande, zwischen die benachbarten

Aussenränder zweier Kammern hineinschiebt, sodass es gerade nur noch an die Septalnaht heranreicht.

Hemifusulina Möller. Das einzige trennende Merkmal, welches diese Form von den eigentlichen Fusulinen scheiden würde, wäre das Vorhandensein eines Interseptal-Canalsystems, doch muss ich gestehen, dass ich einige Zweifel an dem Vorhandensein desselben nicht zu unterdrücken vermag, denn ähnliche Bilder wie das auf Taf. XI. Fig. 1 und Taf. XIV. Fig. 1—4 der 1. Abth. bei v. Möller, konnte ich mehrfach an Fusulinellen beobachten; doch scheinen mir dieselben stets nur durch die allmähliche Umwandlung der ursprünglichen Kalksubstanz hervorgebracht zu sein. Jedenfalls wird es erneuter Untersuchungen, an vielleicht noch besser erhaltenem Materiale bedürfen, um diese Frage zur vollen Klarheit zu bringen.

Was die geologische Verbreitung der Fusulinen betrifft, so ist es bekannt, welche Rolle sie namentlich im oberen Kohlenkalke spielen, wo sie nicht selten in der Art der Nummuliten im Eocän förmlich gesteinsbildend auftreten. Ihr vertikales Vorkommen ist jedoch ziemlich eng begrenzt und gehen sie nicht über die obere Abtheilung des untern Kohlenkalkes einerseits und über die untern Dyasschichten anderseits hinaus.

Schwagerina Möller. Von den Formen, welche v. Möller als grundlegend für dieses Genus betrachtet, konnte ich bloss Schw. Verbeeki untersuchen, da es mir nicht gelang, Exemplare der in Berlin deponirten Schw. princeps Ehrbg. zur Ansicht zu erhalten. Die trefflich erhaltenen Exemplare von ersterer Art jedoch, die ich Herrn Ingenieur Verbeek und Prof. F. Römer verdanke, lassen so sichere Vergleiche zu, dass ein Zweifel an der Zusammengehörigkeit derselben mit den mannigfaltigen Vorkommnissen aus dem Kohlenkalke von China nicht aufzukommen vermag. Bei den extremsten Formen dieser Abtheilung, die mir von den erwähnten Fundpunkten bekannt wurden, zeigt sich aber das eigenthümliche Verhältniss, dass auf der Basis jeder Kammer eine schwache Kalkplatte abgesetzt wird, von welcher wallartige Erhöhungen sich erheben, die in ihrem Gesammtverlaufe sich zu Spiralreifen vereinigen. Diese Erhöhungen, welche die Schale wie nahe an einandergelegte Fassreifen umgeben, können dort, wo sie stärker entwickelt sind, die langen, geraden Kammern förmlich in Nebenkammern abtheilen; während sie anderseits wieder manchmal so wenig ausgesprochen erscheinen, dass man sie sehr leicht übersehen kann, wie diess sowohl bei Brady als auch bei Möller der, allerdings sehr zu entschuldigende Fall war. Bei Schw. Verbeeki und ihren nächsten Verwandten muss man allerdings schon sehr gute Exemplare zur Verfügung haben und bereits darauf aufmerksam sein, um diese Reifen zu sehen; ich fand sie aber, nachdem ich sie einmal kennen gelernt hatte, doch immer wieder, ja Spuren derselben kann man selbst an der von Möller auf Taf. IX. Fig. 1[b] der 1. Abth. gegebenen Abbildung bemerken.

Für diese eigenthümliche Ablagerung, welche ich als ein besonders charakteristisches Merkmal der Schwagerinen zu betrachten Grund habe, möchte ich die Bezeichnung „Basalskelet" in Vorschlag bringen. Auch die Mündungsverhältnisse werden übrigens von diesem Basalskelete wesentlich beeinflusst, denn die Formen, welche diese Ablagerung kaum wie einen Hauch angedeutet besitzen, zeigen einfache Spaltmündungen, während bei etwas stärker entwickelten Reifen sowohl Spaltmündungen als auch zugleich Reihen runder Mündungslöcher vorkommen können; bei hochentwickeltem Basalskelete aber jedem Intervalle zwischen den Reifen ein rundes Mündungsloch entspricht.

In der geologischen Verbreitung schliessen sich die Formen dieser Gattung eng an Fusulina an mit dem einzigen Unterschiede, dass sie etwas später auftreten.

Fusulinella Möller. Dieses Genus scheint sich in manchen seiner Repräsentanten den Fusulinen sehr zu nähern und ist es wohl diese Beziehung, welche v. Möller durch die Wahl des Namens aussprechen wollte. Das Hauptmerkmal jedoch, welches die vorliegenden Formen von den Fusuliniden scheidet, ist der auch von Möller betonte, ununterbrochene Uebergang der äusseren Schalenwand in die Septalfläche bei den ersteren, während als eines der wichtigsten Merkmale bei letzterer Gruppe das Einkeilen der Septalflächen zwischen die Aussenwände der Kammern bereits erwähnt wurde. Die typischen Repräsentanten dieser Gattung scheinen ebenfalls rein kalkschalig zu sein, obwohl sie an Durchsichtigkeit den Formen von Archaediscus immerhin weit nachstehen.

Ob die agglutinirenden Formen mit ähnlichem Aufbaue, wie z. B. Fus. Struvi Möller, die auch Steinmann anführt, zu einer besonderen Gruppe zusammenzulegen wären, müssen noch eingehendere Untersuchungen erweisen.

Auch Fusulinella besitzt eine grosse Verbreitung.

Stacheia Brady. Ich führe diese eigenthümliche und interessante Form erst hier, gewissermaassen im Anhange an, weil ich dieselbe nirgends streng anzuschliessen vermag. Für die so gleichmässige Unterabtheilung der Kammern finden sich allerdings auch bei Tetrataxis Analogien, und für das Proteische der Form, welches z. Th. durch die Anheftung bedingt wird, die sie von der Unterlage abhängig macht, lassen sich mannigfache Vergleiche finden; aber dennoch zeigt die Gattung so viel Eigenartiges im Habitus, dass sie dadurch eine sehr isolirte Stellung erhält. Auch Stacheia scheint im Kohlenkalke eine ziemliche Verbreitung zu besitzen. Ob Loftusia mit ihren vielfach unterabgetheilten Kammern hier nicht nahe Beziehungen findet, möchte allerdings zu erwägen sein, namentlich da diese Gattung nach den Untersuchungen Dawson's ebenfalls schon im Kohlenkalke Nordamerikas vertreten ist.

Dyas-Formation.

Wenn wir die Rhizopodenvorkommnisse innerhalb dieser Formation mit jenen vergleichen, die wir in der vorhergehenden kennen lernten, so finden wir Anfangs kaum eine wesentliche Veränderung, und Alles, was sich an Verschiedenheiten findet, liesse sich wohl als durch den Mangel unserer derzeitigen Kenntniss erklärt betrachten. Anders gestaltet sich diess jedoch, wenn wir in die höheren Lagen dieser Abtheilung hinübertreten. Hier findet sich keine Spur mehr von Fusulinen, und auch Climacammina scheint zu verschwinden. Statt dessen gewinnen die echten Nodosarien, die nach meinen Erfahrungen schon im Kohlenkalke, wenn auch sehr selten, vorkommen, hier grösstentheils numerisch das Uebergewicht. Nodosinella kommt nach Brady vor. Tetrataxis wurde bisher noch nicht nachgewiesen, dürfte aber kaum ganz fehlen. Archaediscus wurde zwar nicht gefunden, doch tritt statt dessen eine andere dieser Gattung im Aufbau äusserst ähnliche Form (stellenweise sogar ganz häufig) auf, bei der ich aber, trotzdem ich sie von verschiedenen Fundpunkten kenne, nie eine Spur von Poren zu entdecken vermochte. Auch Cornuspira, allerdings meist mit wechselnder Spiralebene und deshalb der vielumfassenden Species Trochammina incerta zugehörig (wenn man diese Fassung annehmen will) kommt stellenweise nicht selten vor; vereinzelt ist dagegen das Vorkommen agglutinirender Textilarien, die jedoch dem Kohlenkalke auch keineswegs vollständig fehlen. Stacheia wurde bisher noch nicht nachgewiesen. Auch für die übrigen, meist mehr vereinzelten Vorkommnisse des Kohlenkalkes wurden in der vorliegenden Formation noch keine Vertreter gefunden.

Mesozoische Formationen.

Wichtigere Literatur:

Jones and Parker, On some fossil Foraminif. from Chelaston near Derby. Quart. Journ. geol. soc. Vol. XVI. 1860.

Schwager, in Dittmar: Die Contortazone. Foraminiferen.

Reuss, Foraminiferen und Ostrak. aus den Schichten von St. Cassian. Wien. Sitzb. Akad. W. Bd. 57.

Gümbel, C. W., Ueber die Foraminiferen und Ostrak. von St. Cassian u. Raibl. Jahrb. geol. Reichs-A. Bd. 19.

Peters, Ueber Foraminif. im Dachsteinkalk. Wien. Sitzb. geol. Reichsanst. 1863.

—— Kurze Anleitung zu geologischen Beobachtungen in den Alpen.

Bornemann, Ueber die Liasformation bei Göttingen etc. Berlin 1854.

Terquem, Mémoires sur les Foraminifères du Lias et du système oolithique etc. Mém. Acad. imp. Metz 1858; 1862; 1863; 1864; 1866; 1867; 1869; 1870.

Bornemann jun., Ueb. d. Foraminif.-Gatt. Involutina. Ztschr. deutsch. geol. Ges. Bd. 26. 1874.

Buvignier, Statistique géologique etc. de la Meuse.

Gümbel, Die Streitberger Schwammlager und ihre Foraminiferencinschlüsse. Würtemb. naturw. Jahresh. Bd. 18.

Schwager, Beitrag zur Kenntniss der mikroskop. Fauna jurassischer Schichten. Würtemb. naturw. Jahresh. Bd. 21.

Gümbel, Die geognostischen Verhältnisse des Ulmer Cementmergels. Sitzber. Bair. Akad. Bd. 1.

Karrer, Ueber einige Foraminiferen aus dem weissen Jura von St. Veit bei Wien. Sitzber. Akad. Wiss. Wien 1867. Bd. LV.

Gümbel, Ueber zwei jurassische Vorläufer des Foraminiferengeschlechtes Nummulina und Orbitulites. N. Jahrb. 1872.

Bornemann, Ueber die Foraminiferen-Gattung Involutina. Zeitschr. Deutsch. geol. Gesellsch. Bd. 26.

d'Orbigny, Sur les Foraminifères de la craie blanche etc. Mém. soc. geol. France Tom. IV.

Reuss, Versteinerungen der böhmischen Kreideformation. Stuttgart 1845.

Cornuel, Description etc. du terrain crétacé etc. de la Haute Marne. Mém. soc. geol. France Tom. III.

Reuss, Die Foraminiferen etc. des Kreidemergels von Lemberg. Haidinger naturw. Abhandl. Abth. IV.

—— Beiträge zur Charakteristik der Kreideschichten in den Ostalpen. Denkschr. Akad. Wiss. Wien. Bd. 7.

—— Beiträge zur genaueren Kenntniss der mecklenburg. Kreidegebilde. Zeitschr. Deutsch. geol. Gesellsch. Bd. 7.

—— Die Foraminiferen der westphälischen Kreideformation. Sitzber. Wien. Akad. Wiss. Bd. 40.

—— Die Foraminiferen des Kreidetuffes von Mastricht. Sitzber. Wien. Akad. Wiss. Bd. 44.

—— Die Foraminiferen des senonischen Grünsandes von New-Jersey. Sitzber. Wien. Akad. Wiss. Bd. 44.

—— Die Foraminiferen des norddeutschen Hils und Gault. Sitzber. Wien. Akad. Wiss. Bd. 46.

—— Die Foraminiferenfamilie der Lageniden. Sitzber. Wien. Akad. Wiss. Bd. 46.

—— Die Foraminiferen etc. der Kreide vom Kanara-See. Sitzber. Wien. Akad. Wiss. Bd. 52.

Sandberger: in den Verhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt zu Wien 1868. S. 192—219.

Karrer, Ueber ein neues Vorkommen von oberer Kreideformation etc. Jahrb. geol. Reichs-Anst. Wien. Bd. XX. Nr. 6.

Eley, Foraminifera of the Chalk. Geolog. Magaz. 1871.

Jones and Parker, On the Foraminifera of the Family Rotalinae found in the cretaceous Formation. Quart. journ. geol. soc. XXVIII.

Reuss, in Geinitz: Elbthalgebirge etc. Abth. I u. II.

Marsson, Die Foraminiferen der weissen Schreibkreide der Insel Rugen. Mitth. naturwiss. Ver. Neuvorpommern u. Rügen. 10. Jahrg.

Trias-Formation. Für diese Formation ist namentlich ein Foraminiferen-Vorkommen von Wichtigkeit, dessen genauer geologischer Horizont zwar noch Gegenstand der Controverse ist, der sich aber keinesfalls von der unteren Grenze der Trias weit entfernt. Es sind diess die Belerophonschichten, wie sie Stache nennt, aus dem Pusterthale in Tyrol, auf deren Foraminiferenreichthum bereits Loretz (Zeitschr. Deutsch. geolog. Gesellsch. 1874) besonders aufmerksam machte, und deren eingehende Bearbeitung wir von Gümbel zu erwarten haben.*)

In diesen Schichten, deren Einschlüsse ich namentlich aus dem reichen Materiale, das ich Prof. R. Hörnes verdanke, und aus den Präparaten des Dr. Loretz kenne, kommt neben sehr zahlreichen Cyprideen, Bryozoen etc. besonders eine Rhizopodenform, und stellenweise sogar sehr häufig vor, welche dem äusseren Ansehen nach an manche Involutinen erinnert, den Struktur- und Aufbauverhältnissen nach sich aber näher an Archaediscus anzuschliessen scheint. Für dieselbe wäre die Speciesbezeichnung gregaria wohl am Platze. Neben dieser Form macht sich ebenfalls eine zweite, wenn auch lange nicht so häufig vorkommende bemerkbar, welche

*) Die vorläufige Benennung und Abbildung des grössten Theiles dieser Formen findet man bereits in Gümbel's „Anleitung zu geol. Beob. in den Alpen".

zu jenen Valvulinen gehört, welche wir oben als typisch bezeichnet haben. Gümbel nennt sie V. alpina. Zum Theile gleichfalls nicht selten kommt Bulimina contorta G. vor, die im Ganzen allerdings an manche agglutinirende Buliminen, namentlich an Ataxaphragmium variabile aus der Kreide erinnert, aber eine gelippte Mündung und ausserdem aus alternirenden Kammern zusammengesetzte Umgänge besitzt. Endothyra radiifera Gümbel dürfte vielleicht besser zu Fusulinella zu stellen sein. Auch Textilarien fehlen in diesen Schichten nicht; sowie ich auch Tetrataxis erkannt zu haben glaube.

Ueberblicken wir nun nochmals die angeführten Formen, so zeigen dieselben mehr oder weniger Verwandtschaft mit den Vorkommnissen des Kohlenkalks. Anders gestaltet sich dies jedoch bei den Lingulinen, indem Lingulina lata Gümb. nahe Beziehungen zu gewissen Formen des Muschelkalkes und unteren Keupers und L. subacuta Gümb. sogar zu solchen aus dem Lias besitzt. Trochammina vulgaris Gümb. findet dagegen Vewandte sowohl nach oben als nach unten.

Wenden wir uns nun zu den mit Sicherheit der Trias zugezählten Schichten, so sind aus dem Gebiete des Buntsandsteins, wohl in Folge des meist so ungünstigen Versteinerungsmittels bisher noch keine Rhizopoden nachgewiesen worden. Auch aus dem Muschelkalke wurden dieselben noch nicht beschrieben, doch fehlt es nicht an Angaben über das Vorkommen derselben. Im alpinen Muschelkalke hatte ich selbst Gelegenheit, dieselben zu beobachten, und sind sie in jenem von der Schreyeralpe gar nicht so selten. Nodosarien machen sich dort ziemlich bemerkbar, und ausserdem konnte ich eine Form erkennen, welche, wie bereits erwähnt, der Lingulina lata Gümb. wohl sehr nahe steht. Auch typische Cristellarien kommen hier bereits vor. Pulvinulinen finden sich, ebenfalls und zum Theile sogar nicht selten. Die Reihe der porenlosen Foraminiferen scheint hier ausserdem durch eine archaediscusähnliche Nubecularia vertreten zu werden, wie wir sie ähnlich im Zechstein kennen lernten.

Wenden wir uns jetzt zu den nächsthöheren Schichten des unteren Keupers, so führen uns dieselben wieder auf bereits bebautes Terrain. Es sind dies vor Allem die Ablagerungen von St. Cassian und die sogenannten Raibler Schichten, deren Rhizopodenvorkommen wir namentlich durch Reuss und Gümbel kennen. Auch das von mir vielfach beobachtete Vorkommen von Rhizopoden in den sogenannten Hierlatzschichten wäre hier anzuschliessen.

Als die auffälligste Erscheinung tritt uns hier vor allem das erste Auftreten echter Globigerinen entgegen, an welches sich das Vorkommen von Textilarien aus der Gruppe der Globifera Ehrbg., wie es Sandberger angibt, eng anschliesst. Cristellaria setzt hier fort, zum Theile bereits begleitet von Marginulina, von der sich jedoch Spuren auch selbst schon im alpinen Muschelkalke finden. Nodosarien sind zum Theil nicht selten, doch wäre Dentalina Korynephora G. die erste echte Dentalina mit schief

gegen die Hauptachse liegenden Septalwänden. Lingulina entwickelt sich gleichmässig weiter. Polymorphina wird zwar hier zuerst angegeben, doch dürfte diese Gattung immerhin erheblich tiefer herabgehen. Fraglich ist es, ob Polym. ? longirostris, welche sich in verwandten Formen durch den Lias bis in den oberen Jura fortsetzt, hierher oder zu den Milioliden zu stellen sei, da die Schalenbeschaffenheit dieser Form bisher noch nicht sicher erkannt werden konnte. Rotalien, namentlich Pulvinulinen, von denen Gümbel auch eine angibt, finden sich besonders in den Hierlatzschichten, und zum Theile sogar häufig. Von porenlosen Foraminiferen führt Reuss eine Biloculina an, und ausserdem kommen, stellenweise sogar durchaus nicht selten, namentlich in den Hierlatzschichten, die bereits erwähnten archaediscus- oder auch involutina-ähnlichen Nubecularien, sowie auch Cornuspira vor.

Gehen wir in der Reihe der Schichten noch ein klein wenig höher, so sind für uns die Angaben besonders von Wichtigkeit, welche Peters über das Vorkommen von Rhizopoden im Dachsteinkalke macht. Die verschiedenen Faciesverhältnisse, unter denen uns hier das Rhizopodenvorkommen vorgeführt wird, geben uns einen werthvollen Ruhepunkt zum Vergleiche mit den Vorkommnissen aus älteren oder jüngeren Schichten, von denen wir im besten Falle, nach unserer jetzigen Kenntniss, meist nur durch kurze geologische Zeiträume analoge Faciesverhältnisse zu verfolgen vermögen.

Hier finden wir das erste Mal das Massenvorkommen der Globigerinen erwähnt, sowie auch das häufige Auftreten einer langhalsigen Lagena. Kaum merklich ist dagegen die Aenderung in dem Gesammtbilde der Rhizopodenfauna bei dem Uebertritt in die höchsten Schichten der Trias, in jene des rhätischen Keupers. Wenn wir von den Vorkommnissen in Chelaston absehen, welche die betreffenden Autoren selbst, der geognostischen Lage nach als zweifelhaft bezeichnen, so ist das, was wir über die Foraminiferen dieser Zone kennen, doch recht gering. Es führen zwar Gümbel*) und Schafhäutl**) verschiedene Formen an, doch bedarf manche bezügliche Angabe, namentlich jene des Vorkommens von Cuneolina doch wohl erst der Bestätigung. Auch ich veröffentlichte einige wenige Arten in Dittmar's „Contortazone". Aus dem Allen lässt sich aber doch nur sehr wenig entnehmen, was den Einblick in die Entwicklung der Foraminiferen im Allgemeinen besonders fördern würde. Erfreulicheres Licht in dieser Richtung finden wir dagegen in der nächsten Formation, der

Jura-Formation. Namentlich was die untere und mittlere Abtheilung derselben, den Lias und Dogger, betrifft, so verdanken wir das Meiste, was wir an Foraminiferenvorkommen aus derselben kennen, dem unermüdlichen Eifer eines französischen Forschers, Terquem's, dessen Arbeiten wohl erst in späterer Zeit in ihrem vollen Werthe erkannt

*) Gümbel, C. W., Geognost. Beschr. des bayr. Alpengebirges. Gotha 1861.
**) Schafhäutl, Geognost. Unters. d. südbayr. Alpengebirges. München 1851.

werden dürften. Mag auch Manchem die Zersplitterung seiner Arten zu gross erscheinen, es spricht sich doch gewiss ein selten feiner Formsinn und eine grosse Sorgfalt darin aus, wie er die Einzelformen zur Species zusammenfügt. Sehr werthvolle Beiträge haben wir in dieser Richtung auch Bornemann zu danken, der übrigens der erste war, von dem die Bearbeitung der Foraminiferen einer speciellen Liasfauna in die Hand genommen wurde. Obgleich aber auch selbst hier noch gar manche Lücke auszufüllen ist und wir namentlich nicht selten genöthigt sind, die Vorkommnisse aus verschiedenen Faciesverhältnissen mit einander zu vergleichen, wenn wir ein zusammenhängendes Band der Entwicklung erhalten wollen, so genügt doch das was wir bereits kennen, um uns einen grossen Theil der Beziehungen erkennen zu lassen, welche sich nach oben und nach unten ergeben.

Vor Allem auffällig erscheint die fortschreitende Differenzirung bei den Nodosarien und Dentalinen, die zu einer immer grösseren Mannigfaltigkeit der vorkommenden Formen Veranlassung gibt. Dasselbe gilt und vielleicht sogar in noch höherem Grade von den Cristellarideen, speciell den Marginulinen, welche hier einen ausserordentlichen Formreichthum entfalten. Allmählich sieht man da auch die flache, als Vaginulina bezeichnete Abänderung aus denselben hervorgehen, anfangs mit den zugleich vorkommenden Marginulinen noch eng verknüpft, bis sie endlich in jüngeren Formationen zu jener typischen Entwicklung gelangt, wo sie förmlich Hemiedrien der mit vorkommenden Frondicularien darstellt. Auch bei den hier ebenfalls nicht selten vorkommenden Lingulinen finden wir Aehnliches. Unter der grossen Zahl von Formen, wie wir sie namentlich bei Terquem kennen lernen, heben sich nämlich zwischen ganzen Reihen, die man förmlich als Pseudo-Frondicularien bezeichnen könnte, immer mehr solche heraus, welche sich mehr oder weniger an die spätere typische Entwicklung dieser Formen anschliessen, die nur mehr lose mit den gleichzeitigen Frondicularien zusammenhängen. Eine grosse Mannigfaltigkeit, in welche einige Ordnung zu bringen Terquem mit Erfolg versucht, zeigen hier auch die Polymorphinen, während die Textularien dagegen keine besonders hervorragende Rolle zu spielen scheinen. Cornuspira macht sich jetzt überall bemerkbar meist in Gemeinschaft von Involutina, welche namentlich in manchen alpinen Liasgesteinen in erstaunlicher Menge vorkommt. Die Rotalideen scheinen zwar bloss an einzelnen Punkten häufiger aufzutreten, doch zeigen sie stellenweise eine immerhin bemerkenswerthe Entwicklung. Auch eine echte Polystomella wird von Terquem bereits hier vorgeführt.

Was nun die porenlosen, rein kalkigen Formen betrifft, von denen wir Cornuspira schon erwähnten, so ist hier namentlich das erstmalige Auftreten von Orbitulites von Wichtigkeit, dessen Kenntniss wir Gümbel verdanken. Auch Milioliden kommen sporadisch vor.

Nicht sehr wesentlich finden wir den Charakter der Fauna verändert, wenn wir in den oberen, den sogenannten weissen Jura oder Malm ein-

treten und erst in den obersten Lagen desselben, dem Kimmeridgien, findet sich eine neu auftauchende Gattung Rhabdogonium,*), welche dann in sehr nahe verwandten Formen nach oben unmittelbar weiter fortsetzt. Erwähnungswerth ist ausserdem auch der Nachweis von Nummulitenformen im Malm, obwohl wir Repräsentanten dieser Gruppe bereits im Kohlenkalke kennen gelernt haben.

Kreide-Formation. Haben wir im Jura Terquem's und Bornemann's gedacht, an die sich im Malm die Arbeiten Gümbel's und des Verfassers vorliegenden Ueberblickes anschliessen, so dürfen wir hier des Altmeisters der systematischen Foraminiferenkunde, A. E. Reuss, nicht vergessen, dem wir so wichtige Arbeiten über die Faunen der Kreide, neben nicht minder umfassenden und noch zahlreicheren über die Einschlüsse des Tertiärs verdanken, und als deren unmittelbare Fortsetzung in jeder Hinsicht jene seines Schülers und Freundes F. Karrer gelten können. Uebersehen dürfen wir aber auch hier keinesfalls die Verdienste, welche sich um die Kenntniss der Rhizopodenfauna dieser Formation der Vater der allgemeinen Rhizopodenkunde, d'Orbigny, erworben hat. Auch Marsson brachte uns in neuerer Zeit einen werthvollen Beitrag in dieser Richtung.

Wenden wir uns nun wieder zu dem Foraminiferen-Vorkommen selbst, so weit wir es innerhalb der Kreideformation kennen, so macht sich vor Allem schon in der unteren Kreide das Aufleben der Rotalideen und der verwandten Globigerinideen bemerkbar; auch das Massenvorkommen von typischen Globigerinen, das wir allerdings bereits in der Trias erwähnt finden, das aber dort bloss eine Einzelerscheinung darzustellen scheint, dürfte damit zusammenhängen. Die Cristellarideen und noch mehr die Vaginulinen spielen zwar auch hier noch eine bedeutende Rolle, doch dominiren sie bereits lange nicht mehr in dem Maasse, wie diess besonders in den tieferen Schichten des Jura der Fall war. Bei den Nodosarien und Dentalinen zeigt sich anderseits insofern eine Veränderung, als die in einander fliessende Masse kleiner Formen, wie sie namentlich im oberen Jura vorkommt, sich hier um festere Typen zu gruppiren beginnt. Echte Haplophragmien treten ausserdem in der unteren Kreide und zum Theile in grosser Häufigkeit auf, nicht selten begleitet von verwandten nonioninenartigen Formen, die ich, wie bereits erwähnt, von dem Grundstocke der Endothyren, nach meiner Auffassung genommen, vor der Hand nicht zu trennen vermag. Nirgends sehr häufig vorkommend, aber durch sehr charakteristische Formen vertreten, sind ausserdem die Frondicularien und Flabellinen. Auch Polymorphina findet sich ziemlich gleichmässig zerstreut und erhält einen neuen Zuwachs durch die verwandte Pleurostomella. Amphimorphina**) wird

*) Im systematischen Abschnitt zu Orthocerina d'Orb. gezogen.

**) Durch ein Versehen wurde sowohl Pleurostomella Rss. wie Amphimorphina Neugeb. im systematischen Theil nicht erwähnt. Beide gehören zu der Familie der Rhabdoina. Die

hier zwar das erste Mal angegeben, doch dürfte wohl bereits eine Glandulina Gümbel's von St. Cassian besser hier einzureihen sein, und der Anfang dieser Form dadurch bedeutend weiter nach rückwärts versetzt werden. Von geflochtnen Formen finden sich namentlich Textularien noch selten, neben denen dann Proroporus Ehrbg. (Textularia) das erste Mal erscheint, sowie Tritaxia Rss. (Verneuilina d'Orb.). Von den nicht regulösen kalkschaligen Formen macht sich Nubecularia und Cornuspira mit verschiedenen auch ihnen eng anschliessenden Formen hier bemerkbar, sowie Haeurina, die jedoch Reuss auch schon aus dem braunen Jura nennt. Miliolideen kommen ebenfalls, jedoch stets bloss vereinzelt vor.

Hier ist es auch am Platze einer Form zu gedenken, die für die Grenzlage zwischen der unteren und mittleren Kreide stellenweise eine hohe Bedeutung besitzt, und die zum Theil so massenhaft vorkommt, dass sie thatsächlich gesteinsbildend auftritt. Es ist diess Orbitolina (im systematischen Theile unter Patellina aufgeführt), deren Foraminiferencharakter mir jedoch jetzt zum mindesten zweifelhaft geworden ist. Mit Patellina, an welche sie vielfach angereiht wurde, hat dieselbe vor Allem entschieden nichts gemein, denn ich fand bei allen Orbitolinen, von den verschiedensten Fundorten genommen, stets wenigstens Spuren eines kieseligen Skelets, das bei Patellina wohl noch Niemand gesehen haben dürfte, und besitzt diese Form überdiess eine förmliche Epithek, welche wohl bei keiner Foraminifere vorkommt.

Gehen wir nun aus der unteren Kreideformation noch um einen Schritt höher in die mittlere und obere Abtheilung derselben, so verlieren die Cristellarien nach und nach relativ immer mehr an Boden, während die Rotalien und Globigerinen immer mehr davon gewinnen. Allmählich stellen sich auch immer mehr neue Typen ein, von denen die bemerkenswerthesten, die echten Orthocerinen, Bulimina (hier meist durch agglutinirende Formen vertreten), Gaudryina, Verneuilina, Chrysalidina, dann Cymbalopora Park. et Jones (non Hagenow), Allomorphina, Alveolina, und in den höchsten Lagen Orbitoides sein dürften. Auch Amphistegina sowie Calcarina, von denen wir zwischen ihrem ersten Auftreten im Kohlenkalke und dem hier, keine Verbindung kennen, treten wieder auf. Cymbalopora Hagenow aus der Kreide von Mastricht, hat dagegen mit den Formen, welche später mit diesem Namen bezeichnet wurden, gewiss nichts zu thun.

---

erstere Form besitzt ein nodosaria- bis dentalina-artiges Gehäuse. Die jüngeren Kammern umfassen den oralen Theil der nächst älteren abwechselnd auf einer Seite mehr wie auf der andern. Die jüngste Kammer kurz zugespitzt. Mündung halbrund oder halbelliptisch, unter der Spitze auf einer Seite der Kammer liegend und zwar abwechselnd auf der vordern und hintern Seite. Die Form ist aus der Kreide und dem Tertiär bekannt. Amphimorphina Neugeb. lässt sich als eine Frondicularia auffassen, die in ihren jüngeren Theilen in ein nodosaria- oder dentalina-artiges Wachsthum übergeht. Auch sie fand sich bis jetzt nur fossil und reicht bis in das Tertiär hinein. O. B.

Känozoische Formationen.

Wichtigere Literatur:

d'Orbigny, Foraminif. foss. tert. de Vienne. Paris 1846.

Czizek, Beiträge zur Kenntniss der fossilen Foraminiferen des Wiener Beckens. Haidinger, naturw. Abhandl. II. 1847.

d'Archiac, Description des fossiles du groupe nummulitique aux environs de Bayonne et de Dax. Mém. soc. geol. de France Tom. III. 1848.

A. E. Reuss, Neue Foraminiferen aus den Schichten des österreichischen Tertiärbeckens. Denkschr. Wien. Akad. Wissensch. Bd. 1. 1849.

— — Ueber die fossilen Foraminiferen etc. der Septarienthone der Umgegend von Berlin. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. Bd. 3. 1851.

— Ueber einige Foraminiferen etc. des Mainzer Beckens. Neues Jahrb. f. M. etc. 1853.

Costa, Fauna del Regno di Napoli „Foraminiferi". Napoli 1853.

d'Archiac et Haime, Description des animaux fossiles du groupe nummulit. de l'Inde.

Bornemann, Die mikroskop. Fauna des Septarienthones von Hermsdorf. Zeitschr. Deutsch. geol. Ges. Bd. VII. 1855.

Reuss, Beiträge zur Charakteristik der Tertiärschichten des nördlichen und mittleren Deutschlands. Sitzber. Wien. Akad. Wiss. Bd. 18. 1855.

Neugeboren, Die Foraminiferen etc. von Ober-Lapugy. Denkschr. Wien. Akad. Wissensch. Bd. 12. 1856.

Costa, Foraminif. foss. etc. del Vaticano. Napoli 1857.

Egger, Die Foraminif. etc. bei Ortenburg. Neues Jahrb. f. M. etc. 1857.

Costa, Foraminif. foss. etc. di Messina. 2. Mém. 1857.

Bornemann, Ueber einige Foraminiferen aus den Tertiärbildungen von Magdeburg. Zeitschr. Deutsch. geol. Ges. Bd. XII. 1860.

Parker and Jones, On the nomenclature of the Foraminifera (s. p. 12. Nr. 62).

Karrer, Ueber das Auftreten der Foraminiferen im marinen Tegel des Wiener Beckens. Sitzb. Wien. Akad. Wiss. Bd. 44. 1861.

Seguenza, Ricerche intorna ai Rhizopodi fossili delle Argile pleistoceniche di Catania 1862.

——— Descrizione dei Foraminif. monothal. di Messina. Messina 1862.

Reuss, Beiträge zur Kenntniss der tert. Foraminif.-Fauna von Offenbach und Kreuznach. Sitzb. Wien. Akad. Wiss. Bd. 48. 1863.

Speyer, Die Tertiärfauna von Sollingen bei Jerxheim in Braunschweig. Cassel 1864.

Karrer, Ueber das Auftreten der Foraminif. etc. im Lithakalk des Wiener Beckens. Sitzb. Wien. Akad. Wiss. Bd. 50. 1864.

Reuss, Die Foraminiferenfauna des deutschen Oberoligocän. Sitzb. Wien. Akad. Wiss. Bd. 50. 1864.

——— Die foss. Foraminif. etc. von Oberburg in Steyerm. Denkschr. Wien. Ak. Wiss. Bd. 23. 1864.

Karrer, Die Foraminiferenfauna des tertiären Grünsandsteins der Orekai-Bay bei Aukland. Novara-Exped. Bd. 1. Abth. 2. 1864.

Stache, Die Foraminiferen der tert. Mergel des Whaingaroahafens. Novara-Exped. Bd. 1. Abth. 2. 1864.

Karrer, Ueber die Foraminif. etc. des Wiener Sandsteins. Sitzb. Wien. Akad. Wiss. Bd. 52. 1865.

Schwager, Fossile Foraminif. von Kar Nikobar. Novara-Exped. Bd. 2. Abth. 2. 1866.

Jones, Parker and Brady, Monograph. of the Foraminif. of the Crag. London 1866.

Reuss, Die Foraminiferen des deutschen Septarienthones. Denkschr. Wien. Akad. Wiss. Bd. 25. 1866.

Karrer, Zur Foraminiferenfauna in Oesterreich. Sitzb. Wien. Akad. Wiss. Bd. 55. 1867.

Reuss, Die fossile Fauna der Steinsalzablagerungen von Wieliczka. Sitzb. Wien. Akad. Wiss. Bd. 55. 1867.

Gümbel, Beitrag zur Foraminiferenfauna der nordalpinen Eocängebilde. Abhandl. bayr. Akad. Wiss. II. Cl. Bd. 10. 1868.

Karrer, Die miocäne Foraminiferenfauna von Kostey im Banat. Sitzb. Wien. Akad. Wiss. Bd. 58. 1868.

v. Hantken, Foraminiferenfauna des Kleinzeller Tegels. Budapest 1868.

Reuss, Zur foss. Fauna der Oligocänschichten von Gaas. Sitzb. Wien. Akad. Wiss. Bd. 59. 1869.
v. Schlicht, Die Foraminiferen des Septarienthones von Pietzpuhl. Berlin 1870.
Reuss, Die Foraminiferen des Septarienthones von Pietzpuhl. Sitzb. Wien. Akad. Wiss. Bd. 62. 1870.
Fischer, Bryoz. etc. et Foraminif. de la Gironde etc. Bordeaux 1871.
Silvestri, Le Nodosarie fossili nel terreno subappenino etc. Catania 1872.
v. Hantken, Die Fauna der Clavulina Szaboi-Schichten. Budapest 1875.
Karrer und Sinzow, Ueber das Auftreten von Nubecularia im Sarmat. Sande von Kischenew. Sitzb. Wien. Akad. Wiss. 1876.
Karrer, Geologie der Kaiser Franz Joseph Hochquellen-Wasserleitung. Wien 1877.
—— Foraminiferen der tertiären Thone von Luzon. Wien 1877.
Terquem, Les Foraminifères etc. du Pliocène supérieur de l'île de Rhodus. Mém. soc. geol. de France III. sér. T. 1. 1878.
Hantken, Hébert und Munier-Ch., Mittheilungen über die ungar. Tertiär-Bildungen. Budapest 1879.

Tertiär-Formation. Mit dem Eintritt in diese Formation machen sich, so wie auf anderen Gebieten der organischen Welt, so auch bei den Foraminiferen ungewöhnlich eingreifende Veränderungen bemerkbar. Haben schon früher die Rotalideen und Globigerinideen den Stichostegiern und Cristellarideen den Vorrang abgelaufen, so treten jetzt auch die porenlosen Formen, namentlich die Miliolideen immer mehr in den Vordergrund. Zwar finden sich dieselben bereits in der oberen Kreide, vor Allem in jener der Gosau, und an einzelnen Stellen sogar in grosser Menge zusammengehäuft, aber erst hier gewinnt deren Vorkommen eine allgemeinere Verbreitung. Auch Alveolina, die allerdings von d'Archiac bereits aus dem Cenoman angegeben wird und später auch in höheren Kreideschichten nachgewiesen wurde, gelangt erst mit dem Beginne des Eocän zu so massenhafter Entwicklung, dass sie sogar an der Zusammensetzung mancher Gesteine einen wesentlichen Antheil nimmt. Aehnliches, wenn auch in weit bescheidenerem Maasse, gilt von Orbitulites. Neu erscheinen dagegen, Peneroplis mit der Nebenform Dendritina; dann Fabularia, Articulina und Vertebralina, und namentlich ist es das Pariser Eocän, welches hier wie eine Colonie im Sinne Barrande's zu einer wahren Brutstätte, besonders von Miliolidenformen wird.

Wenden wir uns nun wieder zu den Perforaten, so sind es hier vor Allem die Nummuliten, welche unser Interesse in hervorragender Weise in Anspruch nehmen und zwar hauptsächlich deshalb, weil sie zum Theile eine so ausserordentliche Massenentwicklung zeigen, dass sie stellenweise förmlich ganze Gebirge zusammensetzen. Ihnen schliessen sich beinahe ebenbürtig die Orbitoiden an. Von den mehr vereinzelt vorkommenden Formen machen sich ausserdem die neu auftretenden Gattungen Heterostegina, Tinoporus, dann Clavulina und in den obersten Lagen des Eocän stellenweise Bolivina bemerkbar, von welchen letztere jedoch auch bereits in der oberen Kreide und zum Theil sogar recht häufig vorkommt. Auch die Gattungen und Untergattungen Uvigerina, Rhynchospira,*) Sphaeroidina etc. erscheinen das erste Mal.

*) Im systematischen Theil unter Globigerina aufgeführt.

Wenn wir nun zu den oberen Abtheilungen des Tertiär übergehen, so macht sich vor Allem die rapide Abnahme der Orbitoideen und der Nummuliten bemerkbar, von denen erstere hier ganz auszusterben scheinen, während die letzteren nur mehr in kleinen Formen kümmerlich weiter existiren, und theilweise durch die einfacheren, hier nicht selten massenhaft auftretenden Amphisteginen ersetzt werden. Die Differenzirung der Formen schreitet aber immer noch weiter fort und macht sich jetzt namentlich bei jenen mit trochoidem Aufbaue bemerkbar, unter denen besonders die dünnschaligen von der Bewegung ergriffen werden. Asterigerina, Patellina, Discorbina etc. erscheinen als Produkte derselben.

Auch die Textilarien halten sich ziemlich auf der Höhe der Entwicklung, namentlich soweit es die agglutinirende Abtheilung (Plecanium Reuss) betrifft, ja letztere treten zum Theile noch häufiger auf, als diess jemals in der Kreide der Fall war. Dass aber irgendwo echte, rein kalkschalige Textilarien im Tertiär zu einer so bedeutenden Massenentwicklung gelangen würden, wie diess z. B. in der Kreide von Palästina zum Theile der Fall ist, wo sie die Globigerinen förmlich vertreten, dafür ist mir kein Beispiel bekannt. Im Anschluss an die Textilarien tritt hier ausserdem Reussia das erste Mal auf; eine Form, die ich um ihrer Schalenbeschaffenheit willen von Tritaxia abtrennen zu müssen glaubte.*) Auch Cassidulina und Ehrenbergina kennt man bisher noch nicht aus älteren Schichten. Polystomella und die Cryptostegier (Allomorphina und Chilostomella) kommen zwar schon früher vor, aber erst hier gelangt besonders die erstere zu der Bedeutung, welche sie im oberen Tertiär und in der Jetztzeit besitzt. Bei den agglutinirenden Formen macht sich dagegen, den Vorkommnissen aus der nächst älteren Periode gegenüber, eine gewisse Abnahme geltend, obwohl dieselben in unserer Zeit zum Theile wieder aufzuleben scheinen.

Quartär-Formation. Mit Sicherheit der Diluvialperiode zuzuweisende marine Ablagerungen kennt man so wenige, dass man von denselben hier abzusehen genöthigt ist, und nun eigentlich zu der jüngsten Periode, jener der Jetztzeit übergehen sollte. Von dem Foraminiferenvorkommen desselben aber einen Ueberblick geben zu wollen, wäre vor der Hand in so ferne unnütz, als ja doch zu erwarten steht, dass das Gesammtbild durch die Resultate der eingehenden Untersuchungen, welche wir in der nächsten Zeit von H. B. Brady zu erwarten haben, wesentlich alterirt werden könnte, indem dieselben das umfassendste bisher bekannte, recente Material, jenes der Challenger-Expedition zum Gegenstande haben. Namentlich diese Untersuchungen dürften aber erst erweisen, ob bei den gekammerten Rhizopoden (Foraminiferen) thatsächlich zweierlei Entwickelungstendenzen bestehen, wie mir aus dem bisher Bekannten hervorzugehen scheint. Es drängt nämlich augenscheinlich

*) C. Schwager. Saggio di una classificazione dei Foraminiferi. Boletino R. com. geol. d'Italia 1877. pag. 18. Nr. 66.

eine Reihe von Formen nach einer Complicirung in dem architektonischen Gesetze des Aufbaues der Schale, ohne jedoch über den Rahmen der Protozoennatur hinüberzugreifen; während die andere dagegen, welche sich mehr an die Süsswasserformen anschliesst, nach einer höheren Organisation des Weichkörpers zu gravitiren scheint, und für welche auch die Schalenform deshalb weit weniger an feste Regeln des Aufbaues gebunden sein dürfte. Diese letztere Abtheilung wird wohl zum grössten Theile mit der Gruppe der Arenacea Bütschli zusammenfallen, während als Gipfelformen im Sinne der ersteren Rotalia, Polystomella, Nummulites, Fusulina und Orbitoides etc. gelten können.

Das hier Gegebene soll nur eine in ihren einfachsten Grundlinien gezeichnete Skizze der Foraminiferen-Entwicklung im Laufe der geologischen Zeiten darstellen; es dürfte aber dennoch genügen, um die fortschreitende Entwicklung dieser Formen zu zeigen, die allerdings auch hier nicht in einer geraden Linie stattfindet, und gerade dadurch charakterisirt erscheint, dass bald die eine, bald die andere Gruppe mehr in den Vordergrund trat; oder anderseits manche, welche gewissermaassen in eine Sackgasse der Entwicklung gerieth, einen Abschluss ihrer Existenz fand.

II. Unterabtheilung (Unterklasse).

Heliozoa.

1. Uebersicht der historischen Entwicklung unsrer Kenntnisse von den Heliozoën.

Die geschichtliche Entwicklung der Heliozoënforschung schliesst sich auf das innigste an den schon früher besprochnen Entwicklungsgang unsres Wissens von den Süsswasserrhizopoden an, da ja die Heliozoa ganz vorzugsweise im süssen Wasser ihre Heimath haben. Im Ganzen hat jedoch die Erforschung dieser nicht gerade sehr umfangreichen und daher dem Auge des Beobachters seltner sich darbietenden Gruppe langsamere Fortschritte gemacht, als dies bezüglich der Süsswasserrhizopoden zu verzeichnen war; es ist erst der jüngsten Zeit aufgespart geblieben, den Nachweis zu führen, dass doch auch diese Abtheilung eine bei weitem reichhaltigere und mannigfaltigere Ausbildung besitzt, als bis vor verhältnissmässig kurzer Zeit vermuthet wurde.

Die erste Beobachtung und Schilderung eines hierhergehörigen Geschöpfes fällt in die zweite Hälfte des vergangnen Jahrhunderts. Wenn Joblot's (1) Abbildung mit Recht auf eine Actinophrys bezogen werden darf, gebührt ihm (1754) die Ehre des ersten Darstellers eines Heliozoon; mit Sicherheit dürfen wir dagegen die Trichoda sol des verdienstvollen O. F. Müller (2 u. 5) auf Actinophrys und Actinosphaerium (die erst relativ spät unterschieden wurden) zurückführen. Möglicherweise gleichfalls hierher gehörig scheint mir ein 1775 von demselben Beobachter (3) kurz beschriebner Organismus, welcher einen kugligen, bis zu 1 Linie im Durchmesser erreichenden, grünen Körper besass, von dem allseitig zarte, farblose Fäden ausstrahlten. Die ansehnliche Grösse dieses in der Abbildung sehr heliozoënartig erscheinenden Organismus verbietet es, denselben etwa als ein chlorophyllführendes, einfaches Heliozoënthier zu deuten; dagegen ist es immerhin möglich, dass es Kolonien zahlreicher Einzelindividuen eines grünen Heliozoon waren, welche O. F. Müller hier beschrieben hat.

Treffliche Untersuchungen, in Anbetracht der sehr beschränkten Hülfsmittel seiner Zeit, verdanken wir dem Pastor Eichhorn (4, 1783), der eine musterhafte Schilderung und zahlreiche Abbildungen des Actinosphaerium lieferte und namentlich schon die allgemeinen Lebenserscheinungen dieses interessanten Organismus vortrefflich aufklärte.

O. F. Müller hatte seine Trichoda sol mit zahlreichen ciliaten Infusionsthieren in einer Gattung vereinigt und fand hierin an seinem Nachfolger Ehrenberg einen Gesinnungsgenossen, der zwar die erwähnten Heliozoën von der direkten Gattungsgemeinschaft mit Ciliaten erlöste, indem er für die Trichoda sol Müller's 1830 die Gattung Actinophrys errichtete, dieselbe jedoch noch in seinem grossen Infusorienwerk (6) in einer Familie mit ciliaten Infusorien zusammenstellte und so ihre wahren Beziehungen zu den rhizopodenartigen Organismen völlig verkannte. Eine Anzahl weiterer Arten und eine neue Gattung Trichodiscus, die er 1838 noch beschrieb, haben sich theils nicht aufrecht erhalten lassen, theils konnten sie bis jetzt nicht mit Sicherheit auf seither besser bekannt gewordene Formen zurückgeführt werden.

Erwähnenswerth erscheint jedoch an dieser Stelle noch, dass sich Ehrenberg 1840*) überzeugte, dass der von Eichhorn beschriebne „Stern" specifisch verschieden sei von einer kleineren Form, für die er den Müller'schen Speciesnamen „sol" beibehielt, während die grössere, Eichhorn'sche Form von ihm jetzt als Actinophrys Eichhornii ausgezeichnet wurde.

Ehrenberg hatte jedoch noch in andrer Hinsicht die verwandtschaftlichen Beziehungen der Actinophrys irrthümlich aufgefasst, indem er sie mit seiner den Acinetinen angehörigen Gattung Podophrya zusammenstellte, eine Missdeutung, die sich noch verhältnissmässig lange Zeit in der Zusammenfassung der Acineten und der Actinophryen geltend machte.

Erst Dujardin erkannte 1841 (7) die wahren Beziehungen der Actinophrys, geleitet durch seine schon früher genügend betonte, richtige Deutung des Rhizopodenorganismus. Er würdigte zuerst die wahre Natur der strahligen Fortsätze des Actinophryenkörpers, indem er sie den Pseudopodien der Rhizopoden an die Seite stellte und die früher beliebte Vergleichung mit den Wimpern der Ciliaten abwies. Wie gesagt, wies er daher den Actinophrysformen, direct neben den Rhizopoden, den ihnen gebührenden, richtigen Platz an, beharrte jedoch noch bei der irrigen Vereinigung der Acinetinen mit den Actinophryiden.

Ende der 40er Jahre wurde diese Auffassung Dujardin's durch die Kölliker'sche Untersuchung der Actinophrys Eichhornii (9) bestätigt und gesichert und verschaffte sich denn auch bald allgemeine Geltung (obgleich noch Perty [12] 1852 der alten Anschauung huldigte). Durch die eben erwähnten Untersuchungen Kölliker's, durch frühere Beobachtungen

*) Monatsberichte der Berliner Akademie f. d. J. 1840. p. 198.

von Siebold's*), durch weitere von Cohn (10), Claparède (13), Fr. Stein (14), Weston (16), Lieberkühn (15), Claparède und Lachmann (17) wurde die genauere Kenntniss der Organisation und der Lebenserscheinungen von Actinophrys und Actinosphaerium im Laufe der 50er Jahre bedeutsam gefördert. Wir heben hier nur den Nachweis des Ecto- und Entosarks, der contraktilen Vacuolen, des Kerns etc., sowie von den Lebenserscheinungen Beobachtungen über Nahrungsaufnahme, Fortpflanzung und Conjugation hervor. Gegen Schluss der 50er Jahre wurde durch Untersuchungen von Claparède und Lachmann, hauptsächlich jedoch von Joh. Müller und E. Häckel die hochinteressante Gruppe der marinen Radiolarien einer genaueren Erkenntniss zugeführt und damit hebt denn auch eine neue Phase in der Geschichte unserer Heliozoën an.

Wenngleich keiner der genannten Forscher eine innigere Zusammenfassung der damals bekannten Heliozoa mit den Radiolaria befürwortete, sondern Alle die ersteren in innige Beziehungen zu den Süsswasserrhizopoden brachten, so wurde doch bald eine solche Zusammenfassung der beiden Gruppen versucht, und zwar scheint dies zuerst 1861 mit voller Entschiedenheit von Carpenter unternommen worden zu sein**). Eine genauere Erörterung der für diese Zusammenstellung maassgebenden Gründe kann hier vorerst nicht unsre Aufgabe sein, es wird genügen, in dieser Beziehung auf die allgemeinen Gestaltsähnlichkeiten, welche die Vertreter beider Abtheilungen darbieten, hinzuweisen. Durch eine, im Jahr 1864 von Carter (21) gefundne neue Heliozoënform (Acanthocystis) erwuchsen dieser Vergleichung neue und sehr gewichtige Stützpunkte; in dieser Acanthocystis war nämlich zuerst mit Sicherheit eine mit Kiesel-Nadeln und -Stacheln ausgerüstete Form nachgewiesen worden, welche eben, auf Grund dieser Eigenthümlichkeit, sehr innige Beziehungen zu den Radiolarien, speciell den Acanthometriden, darzubieten schien. Auch in der wichtigen, von M. Schultze 1862 ermittelten Bauweise der Pseudopodien von Actinosphaerium glaubten wenigstens eine Reihe von Forschern eine neue Verwandtschaftsbeziehung zu den Radiolarien zu erkennen.

Es dürfte wohl nicht unrichtig sein, wenn wir es hauptsächlich diesen neueröffneten Gesichtspunkten zuschreiben, dass die Erforschung der Heliozoën in den folgenden Jahren einen bedeutsamen Aufschwung nahm, der eben sowohl zu einem tiefergehenden Verständniss des allgemeinen Baues, wie zur Auffindung einer ziemlichen Reihe neuer und z. Th. sehr interessanter Formen führte.

Grosse Verdienste erwarb sich in dieser Hinsicht zunächst R. Greeff, der schon 1867 (27) die grosse Radiolarienähnlichkeit des Actinosphaerium hervorzuheben glauben durfte und durch seine fortgesetzten, umfangreichen Studien unsrer Gruppe, die ihn zur Entdeckung zahlreicher neuer

*) Vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. 1848.

**) On the systematic Arrangement of the Rhizopoda (The nat. history review N. IV. 1861) und Introduct. to the stud. of Foraminifera. 1862.

Formen führten, zu dem beredtesten Vertheidiger dieser Ansicht wurde (27, 33, 35, 40). Es sei hier gleich betont, dass als Cardinalpunkt für diese Vergleichung der Nachweis eines, der sogen. Centralkapsel der Radiolarien entsprechenden Gebildes auch bei den Heliozoën gelten musste, welcher Nachweis denn auch von Greeff für zahlreiche Heliozoënformen, jedoch mit wenig Glück, zu führen versucht wurde. Zur gleichen Ansicht bekannten sich weiterhin Focke 1868 (28) und Grenacher (29, 31) 1868 und 69, von welchen der erstere jedoch kaum einen bedeutsamen Grund für die Zusammenstellung der von ihm gefundenen Heliozoënformen mit den Radiolarien hervorzuheben wusste, während Grenacher durch den Nachweis gewisser, vor ihm wenig oder nicht bekannter Eigenthümlichkeiten von Actinophrys und Acanthocystis seiner Ansicht eine gewisse, wenn auch gerade nicht sehr haltbare, Stütze verlieh.

In England begann der verdienstvolle W. Archer etwa zu gleicher Zeit die Erforschung der Heliozoën (32) und glaubte ebenfalls, auf Grund seiner Beobachtungen, die nahe Verwandtschaft mit den Radiolarien für sehr wahrscheinlich erachten zu dürfen.

Im Anschluss hieran sei dann noch erwähnt, dass auch Ant. Schneider (36) sich sehr energisch zu Gunsten dieser Auffassung aussprach.

Als Gegner der Radiolariennatur der Heliozoa erhoben sich im Jahr 1874, gestützt auf eigne Untersuchungen, R. Hertwig und Lesser (39). Indem sie die einzelnen, zu Gunsten dieser Auffassung geltend gemachten Merkmale der Heliozoa einer genauen Besprechung und Vergleichung unterzogen, gelangten sie zu der Ueberzeugung, dass eine direkte Verwandtschaft zwischen den beiden in Sprache stehenden Abtheilungen, nach dem Stande der augenblicklichen Kenntnisse, keine Wahrscheinlichkeit besitze und suchten mit Glück die einzelnen von Greeff, Archer, Grenacher und Schneider hervorgehobnen Vergleichspunkte zu widerlegen. Dennoch hatten sie sich hierbei zu weit führen lassen; wesentlich wegen der damals in vieler Hinsicht noch mangelhaften Kenntniss der Radiolarien. So ist hauptsächlich das von ihnen in erster Reihe aufgeführte Argument, nämlich die Vielzelligkeit der Radiolarien, im Gegensatz zu der aus ihren Untersuchungen hervorgehenden Einzelligkeit der Heliozoën, durch die späteren Radiolarienuntersuchungen R. Hertwig's*) selbst hinfällig geworden. Immerhin wird den Untersuchungen und Erörterungen beider Forscher das grosse Verdienst zuzuerkennen sein, dass sie in sehr präciser Weise die Differenzpunkte der beiden Gruppen hervorhoben, wozu sie eben hauptsächlich ihr tiefergehendes Verständniss des Heliozoënorganismus befähigte.

Nach dem eben bemerkten wird es nicht verwunderlich erscheinen, dass R. Hertwig in seinen spätern Arbeiten die frühere, scharfe Entgegensetzung der Heliozoën und Radiolarien aufgab und im Jahre 1879 sogar

*) Hertwig, R., Zur Histologie der Radiolarien. Leipzig 1876 und: Der Organismus der Radiolarien. Jena 1879.

die Berechtigung der Zusammenstellung beider Abtheilungen zu einer grösseren Gruppe, im Gegensatz zu unseren Rhizopoda, anerkannte. Auch F. E. Schulze, der gleichfalls eine Reihe hierhergehöriger Formen durch treffliche Untersuchungen aufklärte, hatte schon 1877 einer ähnlichen Ansicht Ausdruck gegeben, indem er die beiden Abtheilungen zu einer Gruppe der Radiaria zusammenstellte (38, V). Archer stellte sich in seinen späteren Arbeiten ganz auf den Standpunkt R. Hertwig's und Lesser's und gab die direkte Unterordnung der Heliozoa unter die Radiolaria auf. Wir werden, wie schon früher bemerkt, die Heliozoa als gleichberechtigte Gruppe zwischen Rhizopoda und Radiolaria betrachten und unsere Gründe hiefür späterhin, bei der Besprechung der Radiolaria, etwas genauer darstellen.

Wie schon aus dem seither Bemerkten hervorgeht, haben die erwähnten Forscher, Greeff, Hertwig und Lesser, Archer und F. E. Schulze durch ihre Untersuchungen zur Aufklärung der Bau- und Lebensverhältnisse unsrer Gruppe sehr wichtige Beiträge geliefert und ihnen reihen sich weiter noch die Beobachtungen E. Häckel's (der auch den Namen Heliozoa aufstellte)*) und Cienkowsky's an.

Um die Erforschung der Fortpflanzungsverhältnisse haben sich hauptsächlich verdient gemacht Cienkowsky, Greeff, Ant. Schneider, F. E. Schulze, Hertwig und neuerdings A. Brandt.

So sehen wir denn durch die vereinten Bemühungen dieser Beobachter unsre Kenntniss der Heliozoën zu einer ziemlichen Ausbildungsstufe erhoben, von der wir in den folgenden Abschnitten versuchen wollen, eine Darstellung zu geben.

Literaturübersicht.**)

1. **Joblot,** Observations d'histoire naturelle, faites avec le microscope, à Paris. 1754.
2. **Müller, O. F.,** Vermium terrestrium et fluviatil. etc. historia. Havniae et Lipsiae 1773.
3. —— Nachricht von einer sonderbaren und seltnen Pflanze. Walch, Der Naturforscher VII. Stück. 1775. p. 189—194. T. III. Figg. 1—3.
4. **Eichhorn, J. C.,** Zugabe zu meinen Beiträgen zur Naturgeschichte der kleinsten Wasserthiere etc. Danzig 1783.
5. **Müller, O. F.,** Animalcula infusoria fluviat. et marina etc. Havniae 1786.
6. **Ehrenberg, Ch. G.,** Die Infusorien als vollkommene Organismen. Leipzig 1838.
7. **Dujardin, F.,** Histoire nat. des Zoophytes infusoires. Paris 1841.
8. **Nicolet,** Observations s. l'organis. et le développement des Actinophrys. Compt. rend. Ac. Sc. Paris. T. 26. 1848.
9. **Kölliker, A.,** Das Sonnenthierchen, Actinophrys sol, beschr. Ztschr. f. wiss. Zoologie I. 1849.
10. **Cohn, Fr.,** Jahresbericht der schles. Gesellschaft für vaterl. Cultur 1850. p. 37.
11. **Cohn, F.,** in **v. Siebold,** Ueber die Conjugation des Diplozoon paradoxum, nebst Bemerkungen über den Conjugationsprocess der Protozoën. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. III. 1851. p. 62—68.
12. **Perty, M.,** Zur Kenntniss der kleinsten Lebensformen in der Schweiz. Bern 1852.

*) Generelle Morphologie. 1866.

**) Alles Wichtige ist hier chronologisch zusammengestellt worden, ohne Rücksicht auf den Umfang der betreffenden Abhandlungen.

13. **Claparède, E.,** Ueber Actinophrys Eichhornii. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1854. (Auch Ann. mag. nat. hist. II. 15. 1855.)

14. **Stein, Fr.,** Die Infusionsthiere auf ihre Entwickelungsgeschichte untersucht. Leipzig 1854.

15. **Lieberkühn, N.,** Ueber Protozoën. Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. 1856. p. 308.

16. **Weston, J.,** On the Actinophrys sol. Quart. journ. micr. sc. Vol. 4. 1856.

17. **Claparède u. Lachmann,** Études s. les Infusoires et les Rhizopodes. Genève 1858—59.

18. **Stein, Fr.,** Ueber die aus eigener Untersuchung bekannt gewordenen Süsswasser-Rhizopoden. Sitzungsber. d. k. böhm. Akademie d. Wissensch. 1857. Bd. X. p. 41—43.

19. **Lachmann, J.,** Ueber Rhizopoden-Infusorien der Gegend von Bonn. Verh. d. naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande zu Bonn. Bd. XVI. p. 57 u. 93.

19a. **Wallich, G. C.,** Further observations on Amoeba villosa etc. Ann. mag. nat. hist. III. 11. 1863. p. 434 ff.

20. **Schultze, M.,** Das Protoplasma der Rhizopoden u. d. Pflanzenzellen. Leipzig 1863.

21. **Carter, K. J.,** On freshwater Rhizopoda of England and India. A. m. n. h. III. 13. 1864.

22. **Kölliker, A.,** Icones zootomicae. I. 1864.

23. **Carter, H. J.,** On the fresh- and saltwater Rhizopoda of England and India. A. m. n. h. III. 15. 1865.

24. **Cienkowsky, L.,** Beiträge zur Kenntniss der Monaden. Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. I. 1865. p. 203—33.

25. **Zenker, W.,** Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Arch. f. mikr. Anat. II. 1866.

26. **Cienkowsky, L.,** Ueber die Clathrulina, eine neue Actinophryengattung. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. III. 1867. p. 311.

27. **Greeff, R.,** Ueber Actinophrys Eichhornii und einen neuen Süsswasserrhizopoden. Arch. f. mikr. Anat. III. 1867. p. 396.

28. **Focke, W.,** Ueber schalenlose Radiolarien des süssen Wassers. Zeitschr. f. wiss. Zoologie XVIII. 1868 p. 345—58. T. 25.

29. **Grenacher, H.,** Ueber Actinophrys sol. Verh. d. phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg. N. F. I. 1868.

30. **Häckel, E.,** Monographie der Moneren. Jenaische Zeitschr. f. Medic. u. Naturwiss. Bd. IV. 1868.

31. **Grenacher, H.,** Bemerkungen uber Acanthocystis viridis Ehrbg. sp. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 19. 1869. p. 289.

32. **Archer, W.,** On some freshwater rhizopoda, new or little known. Qu. journ. micr. science. N. ser. Vol. IX u. X. 1869 u. 1870.

33. **Greeff, R.,** Ueber Radiolarien und radiolarienartige Rhizopoden des süssen Wassers. I. Arch. f. mikr. Anat. Bd. V. 1869. (Vorläufigen Bericht siehe in Sitzungsber. d. niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilk. Bd. 26. 1869.)

34. **Lieberkühn, N.,** Ueber die Bewegungserscheinungen der Zellen. Schriften d. Gesellsch. zur Bef. der ges. Naturw. Marburg. Bd. IX. 1870.

35. **Greeff, R.,** I. Ueber die Actinophryen oder Sonnenthierchen des süssen Wassers als echte Radiolarien, zur Familie der Acanthometriden gehörig. II. Ueber die Fortpflanzung der Actinophryen. Sitzungsber. der niederrhein. Gesellsch. in Bonn. 28. Jahrg. 1871. p. 4—9.

36. **Schneider, Ant.,** Zur Kenntniss der Radiolarien. Z. f. wiss. Zool. XXI. 1871. p. 505—512 (s. auch Bd. XXIV. p. 579).

37. **Greeff, R.,** Ueber die Encystirung und Fortpflanzung des Actinosphaerium Eichhornii. Arch. f. mikr. Anatomie Bd 14. 1877. p. 167—71. Abdruck aus Sitzungsberichte der Ges. zur Beförd. der ges. Naturw. zu Marburg. 1873. p. 61.

38. **Schulze, F. E.,** Rhizopodenstudien. Arch. f. mikr. Anat. I. II. (Bd. X.) 1874. V. (Bd. XIII.)

39. **Hertwig, R., und Lesser, E.,** Ueber Rhizopoden und dens. nahestehende Organismen. Arch. f. mikr. Anat. X. Suppl. 1874.

40. **Greeff, R.,** Ueber Radiolarien und radiolarienartige Rhizopoden des süssen Wassers. Arch. f. mikr. Anat. XI. 1875. (Vorläufiger Bericht im Sitzungsber. der Gesellsch. z. Beförd. d. ges. Naturw. zu Marburg. Novbr. 1873.)

41. **Cienkowsky, L.,** Ueber einige Rhizopoden und verwandte Organismen. Arch. f. mikr. Anat. XII. 1876.

42. **Archer, W.,** Résumé of recent contributions to the knowledge of „freshwater rhizopoda". Qu. journ. micr. sc. Vol. XVI. u. XVII. 1876 u. 77.

43. **Hertwig, R.,** Studien über Rhizopoden. Jenaische Zeitschr. f. Medic. u. Naturwiss. Bd. XI. 1877. p. 324—48.

44. **Brandt, K.,** Ueber die Fortpflanzung von Actinosphaerium Eichhornii. Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. 1877. p. 73.

45. **Brandt, K.,** Ueber die Axenfäden der Heliozoën u. die Bewegungen von Actinosphaerium. Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin f. 1878.

46. **Mereschkowsky, C. v.,** On Wagnerella borealis, a new genus of sponge, nearly all. to the Physemaria. A. m. n. h. 5. s. Vol. I. 1878.

——— Études s. les éponges de la mer blanche. Mém. Acad. imp. Pétersbourg. 7. s. T. XXVI. 1878.

47. **Mereschkowsky, C. v.,** Studien über die Protozoën des nördl. Russlands. Arch. f. mikr. Anat. XV. 1879.

48. **Mayer, P.,** Wagnerella borealis. Zoolog. Anzeiger Bd. II. 1879. p. 357—58.

49. **Schneider, Aim.,** Monobia confluens, nouv. monère. Arch. de zoologie expérim. T. VII. 1878.

50. **Leidy, J.,** Freshwater Rhizopods of North-America. Un. St. geologic. survey of the Territories. Vol. XII. 1879. Washington.

51. **Cattaneo, G.,** Sull' Anatomia e fisiologia dell' Acanthocystis flava Greeff. Ann. societ. ital. sc. nat. Vol. 22 (s. auch Stud. fatt. n. laboratorio di Pavia 1879).

2. Kurzer Ueberblick der morphologischen Auffassung und Gestaltung des Heliozoënkörpers, sowie der Hauptgruppen dieser Abtheilung.

Gemäss unsrer schon früher (p. 1 und 2) gegebenen Definition der Sarkodinen im Allgemeinen und der Heliozoa im Speciellen, haben wir die uns hier beschäftigenden Wesen als einzellige Organismen aufzufassen, seien es nun kernlose, einkernige oder mehrkernige Formen. Nicht selten begegnen wir jedoch bei ihnen einer Neigung zur Bildung kolonialer Verbände, wofür ja auch schon die Rhizopoden einige Beispiele lieferten. Schon früher lernten wir ferner die homaxone, kuglige Gestaltung als eine sehr charakteristische Eigenthümlichkeit der Heliozoa kennen und zwar zeichnen sich durch solche sowohl der hüllenlose Weichkörper wie die Skelet- oder Hüllbildungen, welche sich bei einigen Formen entwickeln, aus. Dennoch verrathen auch die hierherzurechnenden Sarkodinen eine allmähliche Befestigung dieser, bei den hochentwickelten, typischen Formen kaum veränderlichen Kugelgestalt.

Eine Anzahl entschieden tiefer stehender Formen zeigt nämlich eine viel geringere Constanz der homaxonen Gestaltung, die, zwar vorübergehend, im ruhenden Zustand sehr deutlich hervortritt, dagegen während der Bewegung tiefgreifende Veränderungen erfährt, indem der Gesammtkörper dabei in amöbenartiger Weise seine Gestalt wechselt.

Die noch wenig ausgeprägte Kugelgestalt mancher Formen berechtigt uns, dieselben zunächst an die nackten Rhizopoden anzuschliessen und die Annahme wird wohl erlaubt sein, dass die höheren Formen sich allmählich aus derartigen einfacheren hervorgebildet haben.

Einen weiteren, höchst wichtigen Charakter bildet die Stellung und Beschaffenheit der Pseudopodien. Zunächst ist hinsichtlich dieser hervorzuheben, dass sie stets sehr fein, strahlenartig, nie jedoch stumpflobos, wie die Pseudopodien gewisser Süsswasserrhizopoden, erscheinen. Ferner strahlen sie fast stets allseitig von der Körperoberfläche aus, wenngleich auch in dieser Beziehung bei den niederen Formen einige Abweichungen zu verzeichnen sind. Bei typischer Anordnung strahlen die Pseudopodien demnach in den Radien des kugligen Heliozoënkörpers aus, so dass ein

solcher, mit voll entwickelten Pseudopodien, wohl die Bezeichnung Sonnenthierchen verdient.

In Zusammenhang mit dieser Anordnung, wie andrerseits einer sehr geringen Neigung zur Verästelung und weiterer, später zu erwähnender Eigenthümlichkeiten, kommt es nur selten zu Verschmelzungen benachbarter Pseudopodien und niemals zur Entwicklung eines so reich entfalteten Pseudopodiennetzes, wie wir es bei der grossen Mehrzahl der Rhizopoden antrafen.

Ein Theil der Heliozoa besitzt dann weiterhin noch einen besonderen Stützapparat der einzelnen Pseudopodien, eine Einrichtung, die sich bis jetzt nur noch bei gewissen Radiolarien vorgefunden hat. Durch das besondre Verhalten dieser fadenartigen Axenstützen der Pseudopodien im Innern des eigentlichen Heliozoënkörpers werden noch eine Reihe besondrer Organisationseigenthümlichkeiten bedingt. — Ein allmählicher Fortschritt in der Ausbildung des Heliozoënorganismus zeigt sich ferner durch die bei den höheren Formen meist deutliche Differenzirung in Ecto- und Entosark, wie durch den möglichen Kernmangel gewisser niederer Formen. Contraktile Vacuolen sind sehr allgemein verbreitet, doch wird ihr gelegentliches Fehlen, nach den von uns schon früher entwickelten Principien, keinen Grund zur Abtrennung dieser Formen bilden können.

Von besondrem Interesse und beachtenswerther Wichtigkeit sind die Skeletelemente, welche sich bei zahlreichen höheren Formen zum Schutze des Weichkörpers entwickelt haben. Schon die durchaus kieselige Natur dieser Skeletelemente verräth einen tieferen Unterschied von den gewöhnlichen Hüllbildungen der Rhizopoden, nähere Beziehungen dagegen zu den Radiolarien. Jedoch ist auch die morphologische Entwicklung dieser Skeletgebilde ziemlich verschieden von den Hüllgebilden der Rhizopoden. Ihre Bildung scheinen diese Skelettheile stets auf der Oberfläche des Thierkörpers durch Abscheidung des Protoplasmas zu nehmen, dagegen erstrecken sie sich, soweit bekannt, nicht in das Innere des Protoplasmaleibes, wie dies bei einer ziemlichen Zahl von Radiolarien gefunden wird. Meist sind es nur lose zusammenhängende, kleine Skeletgebilde, sehr verschiedenartiger Gestalt, welche eine der Oberfläche des Thierkörpers mehr oder minder dicht aufliegende, kuglige, lockre Hülle bilden. Andrerseits kann jedoch auch eine allseitig durchlöcherte, zusammenhängende Kieselhülle zur Entwicklung kommen. Gewissen Heliozoën scheint weiterhin dauernd oder vorübergehend eine gallertartige Umhüllung eigenthümlich zu sein.

Die Fortpflanzungsverhältnisse verrathen, soweit bekannt, ziemliche Uebereinstimmung mit denen der Rhizopoden. Einfache oder mehrfach wiederholte (wahrscheinlich z. Th. auch simultane) Theilung im nackten oder encystirten Zustand scheint sehr verbreitet zu sein. Daneben findet sich jedoch auch die, uns schon von den Rhizopoden her bekannte Fortpflanzung durch Schwärmerbildung.

Auf Grundlage der vorstehenden Erörterungen können wir am Schlusse dieses Abschnittes die in der Folge zu unterscheidenden Hauptgruppen

kurz charakterisiren. Wir fassen die nackten skeletlosen Formen zunächst zu einer Gruppe der Aphrothoraca zusammen, reihen hieran die kleine und bis jetzt noch wenig sichere Abtheilung der Chlamydophora, der mit gallertartiger Hülle versehenen Formen; hieran schliessen sich dann die Heliozoën mit aus losen Skeletelementen gebildeter Kieselhülle als Chalarothoraca und endlich diejenigen mit zusammenhängender kieseliger Kugelhülle, als Desmothoraca an.

3. Der Bau des Weichkörpers der Heliozoa.

Ein näheres Eingehen auf die allgemeinen Eigenthümlichkeiten des Protoplasmas der Heliozoa dürfen wir hier füglich unterlassen. Im Besonderen sei nur bemerkt, dass die Consistenz des Plasmas auch hier eine ziemlich verschiedenartige zu sein scheint, wenn es erlaubt ist, hierauf aus der grösseren oder geringeren Intensität der Strömungserscheinungen der Pseudopodien und aus dem allgemeinen optischen Verhalten einen Schluss zu ziehen.

In den meisten Fällen besitzt das Protoplasma keine specifische Färbung, sondern zeigt den bläulichen bis grünlichen Schimmer, der demselben überhaupt unter dem Mikroskop eigenthümlich ist.

Doch gibt Greeff für zwei, bis jetzt im Ganzen wenig genau bekannte Formen (Chondropus viridis und Astrodisculus flavescens) eine mehr oder minder intensiv gelbe Färbung des Plasmas an, während Acanthocystis flava Grff. (wahrscheinlich identisch mit A. Pertyana Arch.) eine gelblichbraune Körperfärbung besitzt. Ebenso zeigen die nackten Vampyrellen sehr gewöhnlich eine verschieden nüancirte, anscheinend diffuse Färbung des Plasmas, die, wie es nach den Cienkowsky'schen*) Untersuchungen (24, 41) nicht zweifelhaft erscheint, in direktem Zusammenhange mit der Art der aufgenommenen Nahrung steht. Die auftretenden Färbungen sind verschiednes Roth, von Hellroth bis Orange und lebhaftem Ziegelroth; andrerseits finden sich dagegen auch mehr bräunliche, bis sogar ins Grünliche gehende Färbungen; seltner hingegen trifft man ungefärbte Exemplare. Ob in diesen Fällen wirklich eine diffuse Färbung des Plasmas vorliegt, oder ob es sich nur um sehr fein vertheiltes Pigment, wie es ja bei den Heliozoën so verbreitet ist, handelt, scheint bis jetzt noch kaum hinreichend sichergestellt. Speciell bei dem erwähnten Chondropus ist es sogar fraglich, ob der gelbe, von Greeff beschriebne und abgebildete Sarkodesaum thatsächlich als ein solcher, oder, wie Archer (42) auch vermuthet, als eine gallertartige Hüllbildung in Anspruch zu nehmen ist.

Der plasmatische Weichkörper der Heliozoa erscheint entweder durchaus gleichartig, ohne Differenzirung in besondre Unterabschnitte oder es lässt sich ein äusseres Ectosark (Rindenschicht) und ein inneres Entosark (Markschicht) mehr oder weniger deutlich unterscheiden**).

Was zunächst die ersteren Formen betrifft, so dürfen wir sie ohne Zweifel wegen dieser gleichartigen Beschaffenheit des Plasmas als die einfacheren und niedriger stehenden betrachten. Dies stimmt auch damit überein, dass wir die grösste Zahl solcher einfach gebauten Formen

*) Chlorophyllreiche Nahrung scheint hauptsächlich die rothen Färbungen hervorzurufen, wogegen ausschliessliche Diatomaceennahrung hellere Nüancirung bis Farblosigkeit zu erzeugen scheint.

**) Die erste sichere Unterscheidung des Ecto- und Entosarks scheint 1848 von Nicolet (8) bei Actinophrys ausgeführt worden zu sein, worauf dann im folgenden Jahr Kölliker (9) das Gleiche bei Actinosphaerium zeigte.

auch unter den skeletlosen antreffen (von den skeletlosen Formen machen nur die Gattungen Actinolophus, Actinophrys und Actinosphaerium eine Ausnahme). Unter den Chlamydophora und Chalarothoraca scheint dagegen die Differenzirung dieser beiden Plasmaregionen eine ziemlich allgemeine Verbreitung zu besitzen, wenn auch, wie natürlich, bei gewissen Formen noch keine völlige Sicherheit bezüglich dieses Punktes erreicht ist. Auffallend erscheint es unter diesen Verhältnissen, dass die durch ihre vorzügliche Skeletbildung sich auszeichnenden Desmothoraca nach den übereinstimmenden Angaben der Forscher einer solchen Differenzirung völlig ermangeln.

Indem wir die Besprechung der specielleren Bildungsverhältnisse und der unterscheidenden Momente zwischen Ecto- und Entosark auf später verschieben, muss jedoch hier hervorgehoben werden, dass in der Ausbildung dieser Plasmaregionen bei den Heliozoën eine nicht zu verkennende Verschiedenheit gegenüber den von uns schon früherhin erläuterten, entsprechenden Differenzirungsverhältnissen gewisser Rhizopoda sich findet. Während bei den letzteren das Ectosark sich gewöhnlich durch sehr homogene, körnerfreie Beschaffenheit gegenüber dem körnigen, die Nahrungskörper während der Verdauung einschliessenden Entosark auszeichnet, finden wir hier sehr häufig, jedoch nicht durchaus, das Umgekehrte. Ueber die gegenseitigen Lagerungsbeziehungen der beiden Plasmaregionen ist zu bemerken, dass das Ectosark natürlich als eine mehr oder minder ansehnliche Rindenschicht das centrale Entosark umscheidet, ohne dass jedoch die beiden Regionen, wie der homaxone Bau des Heliozoënkörpers es vermuthen liesse, sich stets völlig concentrisch umfassen.

Das letztere ist jedoch ganz sicher der Fall bei Actinophrys und Actinosphaerium (T. XIV. 7a, XV. 1a, 1b), wo das Entosark (M) eine centrale Kugel bildet, die von einer, je nach dem Alter der Thiere verschieden starken Ectosarkhülle (R) allseitig umschlossen wird. Inwiefern sich ein derartiges Verhalten auch bei den skeletführenden Formen findet, muss noch weiterer Forschung unterzogen werden. Gerade bei den in dieser Hinsicht bestgekannten Chalarothoraca (Acanthocystis hauptsächlich) und ebenso bei der Gattung Actinolophus unter den Skeletlosen findet sich ein durch R. Hertwig (43) nachgewiesenes, abweichendes Verhalten. Hier liegt die den Kern umschliessende, mehr oder minder kuglige Entosarkmasse entschieden excentrisch zu dem Mittelpunkt des Gesammtkörpers, ja sie reicht sogar an einer gewissen Stelle bis zur Körperoberfläche heran, so dass hier das Entosark, unbedeckt von Ectosark, einen Theil der Körperoberfläche formirt (XVI. 8a, M). Durch diese excentrische Lagerung des Entosarks, wodurch gleichzeitig eine ebensolche des Kernes veranlasst wird, erfährt natürlich auch die streng homaxone Bauweise der betreffenden Heliozoën eine Beeinträchtigung, wenn dieselbe auch in der äusserlichen Gestaltung nicht in Erscheinung tritt.

Die Schärfe der Scheidung zwischen Ento- und Ectosark ist natürlich Verschiedenheiten unterworfen und obgleich beide Regionen thatsächlich allmählich in einander übergehen, so ist dieser Uebergang z. Th. doch ein so rascher, dass eine ziemlich scharfe Grenze zwischen beiden Regionen hervortritt.

Es wird in solchen Fällen nicht sehr verwunderlich erscheinen, dass im Zusammenhang mit den früher geschilderten Annäherungsversuchen zwischen Heliozoën und Radiolarien, hauptsächlich von Greeff für eine Anzahl von Formen die Ansicht geltend gemacht wurde, dass das Entosark der Centralkapsel der Radiolarien zu homologisiren sei (im Speciellen geschah dies z. B. für das Actinosphaerium). Im Hinblick auf eine derartige Auffassung, darf wohl hier nochmals besonders betont werden, dass bis jetzt in keinem Falle eine wirkliche, membranartige Grenzschicht zwischen Ento- und Ectosark beobachtet worden ist, also eine

Einrichtung, die sich der Centralkapselmembran der Radiolarien an die Seite stellen liesse, völlig fehlt*). Auch die mehrfach geäusserte Ansicht, dass die Entosarkmasse der Heliozoën gleichwohl dem intrakapsulären Protoplasma der Radiolarien zu homologisiren sei, dass demnach unsre Gruppe gewissermaassen den Radiolarienbau in sehr unvollständig ausgebildeter Form vorführe, kann ich keineswegs für wahrscheinlich erachten, doch werden die Gründe hierfür sich besser erst später bei Besprechung der Radiolarien entwickeln lassen.

Indem wir nun zu der Besprechung der besonderen, im Protoplasma der Heliozoën sich findenden Einschlüsse übergehen, werden wir gleichzeitig Gelegenheit haben, die Unterschiede zwischen den beiden Protoplasmaregionen genauer zu entwickeln, da ihre Differenz vorzugsweise auf der Natur und Vertheilung dieser Einschlüsse beruht. Zunächst wenden wir unsre Aufmerksamkeit den Flüssigkeitsvacuolen zu, die gerade bei unseren Heliozoën häufig eine ganz hervorragende Rolle spielen. Unter diesen sind es dann wieder die nicht contractilen oder doch wenigstens die nicht rhythmisch an- und abschwellenden, welche an erster Stelle betrachtet zu werden verdienen. Die Entwickelung derartiger Flüssigkeitsräume im Plasmaleibe der Heliozoa ist eine ungemein verbreitete Erscheinung und es dürfte wohl mit Recht bezweifelt werden, ob sie irgend einer Form gänzlich fehlen, wenn auch bis jetzt für einzelne Arten ihre Gegenwart nicht mit Bestimmtheit angegeben wird. Was ihre Vertheilung im Plasmaleib betrifft, so finden sie sich bei mangelnder Scheidung von Ecto- und Entosark meist ohne Regel durch den ganzen Körper vertheilt, wogegen die höher differenzirten Formen sehr gewöhnlich eine mehr oder minder ausgesprochene Verschiedenheit des Ecto- und Entosarks in Bezug auf die Vertheilung oder das sonstige Verhalten der Vacuolen erkennen lassen. Aber auch hinsichtlich der Reichlichkeit ihres Auftretens macht sich ein recht verschiedenes Verhalten kenntlich; während sie nämlich bei einem Theil der Gattungen nur vereinzelt oder doch im Ganzen spärlich zu bemerken sind, treten sie bei anderen in so reichlicher Zahl auf, dass das gesammte Protoplasma die alveoläre oder vacuolisirte Beschaffenheit annimmt, die uns schon bei einzelnen Rhizopoden aufstiess. — Doch ist auch der Vacuolenreichthum bei einem und demselben Individuum Schwankungen unterworfen und werden wir später noch zu erwähnen Gelegenheit haben, dass selbst solche Formen, für welche die Vacuolisation durchaus eigenthümlich und constant erscheint, dieselbe in gewissen Lebensperioden völlig einbüssen können.

Unter den einfacheren, nackten Formen zeigt sich eine reichliche Vacuolisation, ja z. Th. ein ganz schaumiges Plasma bei der Gatt. Nuclearia und ähnlich auch bei gewissen Formen oder doch unter gewissen Lebensverhältnissen bei Vampyrella, während andererseits die Vacuolen hier zuweilen nur sehr spärlich gefunden werden. Ein Beispiel für sehr geringe

*) Greeff (27) hat zwar speciell für Actinosphaerium eine membranartige Protoplasmahülle um die Entosarkmasse nachzuweisen versucht, und hierin ein Homologon der Centralkapselmembran der Radiolarien erblickt, jedoch haben — abgesehen von der schon an und für sich wenig bedeutungsvollen Vergleichung einer Protoplasmahülle und einer chitinösen Membran — die späteren Untersucher, F. E. Schulze wie Hertwig und Lesser, eine derartige Protoplasmamembran um die Entosarkmasse nicht nachzuweisen vermocht.

Entwickelung der Vacuolen, ja wohl zeitweisen völligen Mangel derselben; bietet unter den Skeletlosen die Gatt. Actinolophus dar und unter den skeletführenden Formen scheint sich keine zu finden, bei welcher von einer Vacuolisation des Plasmas die Rede sein könnte, wenn auch spärliche Vacuolen wohl überall gelegentlich angetroffen werden.

Eine ganz besondere Entwickelung erreichen die Vacuolen bei zwei typischen skeletlosen Heliozoënformen, den Gattungen Actinophrys und Actinosphaerium. Hier ist der Reichthum an Vacuolen so gross, dass eine völlig alveoläre Bildung des Plasmas, wenigstens in gewissen Regionen, eingetreten ist, wodurch denn auch gelegentlich mannigfache Missdeutungen dieser Organisationsverhältnisse hervorgerufen wurden.

Etwas einfachere Verhältnisse bietet die kleinere Actinophrysform dar, indem sich die Vacuolen hier auf das verhältnissmässig sehr dicke Ectosark beschränken (XIV, 7a). Sie liegen darin so dicht gedrängt, dass die sie scheidenden Plasmamassen zu dünnen Scheidewänden werden. Die grössten, häufig auch etwas convex über die Oberfläche des Thierkörpers vorspringenden Vacuolen liegen nach aussen, nach innen nehmen sie allmählich an Grösse ab; das wenig umfangreiche Entosark, welches den central gelegnen Kern umschliesst, und sehr allmählich in das Ectosark übergeht, ist hier ganz vacuolenfrei. Anders hingegen gestalten sich die Verhältnisse bei dem grösseren Actinosphaerium (XV. 1a—1b); hier erscheint das gesammte Plasma, Ectosark (R) sowohl wie Entosark (M), durchaus vacuolär, jedoch unterscheiden sich beide Regionen durch die Beschaffenheit und die Anordnung der Vacuolen. Das Entosark ist von zahlreichen kleineren und ohne besondere Anordnung zusammengelagerten Vacuolen ganz durchsetzt, auch scheinen dieselben hier im allgemeinen durch etwas stärkere Plasmazwischenwände geschieden zu sein, wenn sie auch gewöhnlich so dicht zusammengedrängt sind, dass sie sich gegenseitig polygonal abplatten. Die bei erwachsenen Thieren etwa $^1/_{10}$—$^1/_6$ des Gesammtdurchmessers erreichende Ectosarkschicht weist grössere Vacuolen auf, welche hauptsächlich im jugendlichen Zustand, wo sie nur eine einzige Lage im sehr ansehnlich dicken Ectosark bilden, eine sehr regelmässig radiäre Anordnung besitzen, sich gegenseitig in radialer Richtung abplattend. Im erwachsenen Zustand liegen gewöhnlich mehrere Schichten von Rindenvacuolen über einander (XV. 1b, R), womit denn auch die radiäre Anordnung etwas an Regelmässigkeit verloren hat.

Diese Verschiedenheit der Vacuolen Bildung und -Anordnung im Ecto- und Entosark des Actinosphaerium ist Ursache, dass hier eine ziemlich scharfe Grenze zwischen den beiden Plasmaregionen sich findet, obgleich natürlich die eigentliche Plasmamasse beider unmittelbar in einander übergeht; die Bestimmtheit dieser Grenze wird noch dadurch erhöht, dass nach F. E. Schulze (38, I.) die Vacuolen der äussersten Grenzregion des Entosarks sich durch Kleinheit auszeichnen, wie denn hier auch die dunkeln Körnchen, welche eine Auszeichnung des Entosarks bilden, besonders reichlich angehäuft sind. Im Ganzen macht diese Grenzregion des Entosarks den Eindruck grösserer Dichtigkeit und Festigkeit.

Trotz ihrer grossen Constanz sind diese Vacuolen von Actinophrys und Actinosphaerium dennoch vergängliche Gebilde, wenn sie auch unter den gewöhnlichen Lebensverhältnissen wohl nur gelegentlich und vereinzelt schwinden und sich wieder neu bilden. Dagegen ist für beide Gattungen durch die Untersuchungen Hertwig und Lesser's (39), sowie die Kühne's*) bekannt, dass sowohl durch heftige mechanische, wie elektrische Reizung ein Schwinden der Vacuolen des Ectosarks eintritt. Hertwig und Lesser sprechen von einem Collabiren derselben, Kühne hingegen lässt dieselben bei Actinophrys platzen und sich entleeren. Mir scheint das Letztere überhaupt mehr Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. Das Schwinden der Vacuolen kann schliesslich bei Actinosphaerium so weit gehen, dass das Ectosark völlig homogen und vacuolenfrei wird.

Bei beiden Heliozoënformen wird dadurch jedoch die Lebensthätigkeit nicht im geringsten beeinträchtigt, indem nach einiger Zeit die Neubildung der Vacuolen beginnt und schliesslich das Thier sich völlig wieder zu seinem ursprünglichen Zustand restituirt. Die Neubildung der Ectosarkvacuolen bei Actinosphaerium machte auf Hertwig und Lesser den Eindruck, als wenn Flüssigkeit aus den centralen Partien in die homogen gewordene Rinde eindringe. Aber auch ohne solche Veranlassung durch äussere Reizung tritt im Leben der beiden genannten Gattungen zuweilen ein Schwinden der Vacuolen ein, ja noch weitergehend, indem für Actinosphaerium dann auch die Entosarkmasse devacuolisirt wird. Dieser Fall ereignet sich, wie wir später noch genauer zu erörtern haben werden, bei dem Uebergang in den encystirten Zustand, der hierdurch eingeleitet wird.

Ob sich auch sonst gelegentlich eine völlige Rückbildung der Vacuolen bei einer der beiden in Frage stehenden Gattungen ereignet, scheint sehr unwahrscheinlich, denn die Angabe Carter's (23), dass er manchmal Actinophrys sol ganz vacuolenfrei beobachtet habe, kann einmal von der zuweilen nicht geringen Schwierigkeit herrühren, welche die Beobachtung der Vacuolen gerade bei dieser Form nach dem übereinstimmenden Urtheil der Forscher häufig bereitet, andererseits könnte sie jedoch auch durch Verwechselung mit einer anderen Heliozoënform hervorgerufen worden sein.

Im Anschluss an die vorstehende Besprechung der Vacuolen verdient fernerhin Erwähnung, dass auch bei unserer Abtheilung, wie wir solches schon mehrfach bei den Rhizopoden zu verzeichnen hatten, die aufgenommenen Nahrungskörper sehr allgemein von sogen. Nahrungsvacuolen eingeschlossen und hierin der Assimilation unterzogen werden. Ueber die Bildung dieser Vacuolen herrscht keineswegs hinreichende Sicherheit. Bei Actinophrys und Actinosphaerium, wo bis jetzt die eingehendsten Studien über diese Verhältnisse angestellt worden sind, scheint es nicht, dass es peripherische Vacuolen des Ectosarks sind, in welche die Nahrung aufgenommen wird und welche so zu Nahrungsvacuolen würden, wie dies

*) Untersuchungen über das Protoplasma. Leipzig 1864.

mehrfach vermuthet wurde, sondern es ist wahrscheinlicher, dass sich solche Nahrungsvacuolen durch Flüssigkeitssekretion um die aufgenommene Nahrung bilden. Weiteres über diese Frage wird sich dann noch besser bei Besprechung der Nahrungsaufnahme mittheilen lassen.

Wenden wir uns im Verlaufe unserer Darstellung jetzt sogleich zu den sogenannten contractilen Vacuolen, die wie bei den Süsswasserrhizopoden auch hier eine weite Verbreitung besitzen. Dennoch haben wir auch in dieser Abtheilung eine Reihe von Formen zu verzeichnen, welchen solche Einrichtungen völlig zu fehlen scheinen, wenn sie nicht zum Theil durch sehr unregelmässig schwindende und sich neubildende Vacuolen der schon beschriebenen Art functionell vertreten werden.

Speciell bei den skeletlosen Formen scheint der Mangel contractiler Vacuolen z. Th. ziemlich sicher zu sein. So werden sie für Vampyrella und Myxastrum von den Beobachtern entschieden in Abrede gestellt; auch bei Actinolophus vermisste F. E. Schulze jegliche Vacuolenbildung, obgleich das Objekt der Beobachtung günstig scheint. Abweichend verhält sich dagegen die mit Vampyrella nahe verwandte Gattung Nuclearia, indem ihre gewöhnlich sehr zahlreichen Vacuolen, die schon oben Gegenstand unserer Besprechung waren, nach Cienkowsky langsam schwinden und wieder auftauchen (XIV. 1a), wogegen F. E. Schulze die Pulsation dieser Vacuolen etwas mehr in der gewöhnlichen Weise beschreibt, indem er ihre Contraktion plötzlich (also jedenfalls nicht langsam) vor sich gehen lässt und bei Gegenwart nur weniger grosser Vacuolen sie auch, im Zustand der Füllung, über die Körperoberfläche vorspringen sah, wie dies von den echten, contractilen Vacuolen zahlreicher Heliozoën bekannt ist*). Greeff schliesslich leugnet die Contractilität der Nuclearіavacuolen völlig.

Sehr wohl entwickelt sind die contractilen Vacuolen bei den Gattungen Actinophrys und Actinosphaerium und sind weiterhin bei den skeletführenden Formen sehr verbreitet. Immerhin konnte ihre Anwesenheit bei diesen letzteren bis jetzt noch nicht allseitig constatirt werden, ja es sind eine Reihe von Gattungen zu verzeichnen, bei welchen bis jetzt für gewisse Formen das Vorhandensein der contractilen Vacuolen mit Bestimmtheit angegeben wird, während sie anderen abgesprochen werden (so z. B. Heterophrys, Raphidiophrys, Pompholyxophrys); inwiefern hier nur Schwierigkeit der Beobachtung die Wahrnehmung verhinderte, oder thatsächlich verschiedenes Verhalten vorliegt, wird erst durch weitere Untersuchungen festzustellen sein.

Was die Zahl der vorhandenen contractilen Vacuolen betrifft, so herrscht hierin grosse Variabilität. Während Actinophrys für gewöhnlich eine einzige, jedoch meist recht ansehnliche Vacuole aufweist (XIV. 7a, cv), finden wir bei Actinosphaerium gewöhnlich zwei (XV. 1a, cv), jedoch zuweilen auch mehr, bis zu fünf. Eine grössere Zahl contractiler Vacuolen zeigen gewöhnlich auch die skeletführenden Formen, so sind z. B. bei Heterophrys bis 4, bei Raphidiophrys pallida bis 20, bei Acanthocystis z. Th. sehr zahlreiche contractile Vacuolen gefunden worden. Es braucht hiernach kaum besonders hervorgehoben zu werden, dass ihre Zahl bei bestimmten Formen keineswegs constant ist, wenn auch gewisse Grenzen durchaus eingehalten zu werden scheinen.

Ihre Lage haben die Vacuolen auch hier durchaus, wenigstens im gefüllten und der Contraction nahen Zustand, dicht unterhalb der Körper-

*) F. E. Schulze blieb jedoch zweifelhaft, ob sämmtlichen Vacuolen, wie dies nach der Cienkowsky'schen Schilderung erscheint, dieses Contraktionsvermögen zukommt.

oberfläche, demnach bei denjenigen Formen, welche eine Differenzirung in die beiden bekannten Körperregionen aufweisen, im Ectosark. Je nach ihrer Annäherung an die Körperoberfläche und dem Grad ihrer Anschwellung vor der Contraktion, zeigen sie uns ein etwas verschiedenes Verhalten. Liegen sie etwas tiefer unter der Oberfläche und ist ihre Füllung eine mässige, so machen sie sich während der Diastole nicht durch eine Hervortreibung der Körperoberfläche merklich, wogegen letzteres Verhalten, z. Th. in sehr entwickelter Weise, eintreten kann, wenn ihre Lagerung eine sehr oberflächliche und ihre Anschwellung eine recht beträchtliche ist. Für das erstere Verhalten bietet uns die Gattung Acanthocystis (XVI.) ein gutes Beispiel, auch Raphidiophrys (XVI. 2) zeigt nur geringes Vorspringen der Vacuolen, und zwar erst zu Beginn der Contraktion. Recht verbreitet erscheint dagegen das zweite Verhalten; es lässt sich unter den skeletführenden Formen z. B. gut beobachten bei Heterophrys und Sphaerastrum (= Heterophrys Fockii Arch.), sowie Clathrulina; als trefflichste Beispiele dieses Verhaltens bieten sich jedoch die beiden skeletlosen Gattungen Actinophrys und Actinosphaerium dar. Hier springen die contractilen Vacuolen im Zustand der Diastole weit, halbkuglig über die Oberfläche des Thierkörpers, zwischen den Basen der Pseudopodien vor; bei Actinosphaerium, wo die in Mehrzahl vorhandenen Vacuolen relativ kleiner bleiben, sind sie weniger augenfällig (XV. 1a, cv); bei Actinophrys hingegen (XIV. 7a, cv) erreicht die einfache Vacuole meist eine sehr beträchtliche Grösse, zuweilen im Moment der höchsten Füllung $^1/_3$ des Körperdurchmessers, ja sogar nahezu die Grösse des übrigen Körpers.

Jedenfalls zeigen die seither hinsichtlich der contractilen Vacuolen bei den beiden erwähnten Gattungen angestellten Beobachtungen, dass dieselben Gebilde besonderer Art sind und den übrigen Vacuolen nicht direct an die Seite gestellt werden dürfen; dass z. B. die Ansicht Grenacher's, der bei Actinophrys die Umbildung einer beliebigen Vacuole der Körperoberfläche zu einer contractilen für möglich und wahrscheinlich hält, jedenfalls wenig Berechtigung hat. Grenacher führt als Beweis seiner Ansicht eine Beobachtung an, die aber keine grosse Sicherheit zu besitzen scheint; er sah nämlich einmal bei einer Actinophrys die Vacuole ihre Thätigkeit einstellen, dafür jedoch an dem gegenüberstehenden Körperpol eine neue Vacuole sich entwickeln.

Wie jetzt für die contractilen Vacuolen der einzelligen Organismen allgemein anerkannt ist: dass sie einfache mit Flüssigkeit erfüllte, jedoch nicht mit discreter Membran umkleidete Räume im Plasma darstellen, so hat sich durch die neueren Beobachtungen diese Anschauung auch für die Heliozoën im Speciellen allseitig bewahrheitet. Gerade für diese Formen wurde jedoch früherhin häufig die Existenz einer besondern Vacuolenmembran vertheidigt; ja Claparède glaubte einst, die contractile Vacuole von Actinophrys mit einer Zelle vergleichen zu dürfen.

Etwas besser wie bei den Rhizopoden wurde bei unserer Abtheilung die functionelle Bedeutung der contractilen Vacuolen aufgeklärt, wenn auch bis jetzt hierüber noch keine völlige Sicherheit erreicht ist. Ein Urtheil über die Bedeutung der Vacuolen lässt sich natürlich vor allem

aus einer genauen Beobachtung ihres Bildungs- und Contractionsvorgangs mit Berücksichtigung der begleitenden Erscheinungen erlangen. Hierzu jedoch erscheinen wieder die ansehnlichen Vacuolen der Actinophryen besonders geeignet. Wir sehen hier ab von einer genaueren Besprechung irrthümlicher, älterer Vermuthungen, wie z. B. derjenigen Stein's, der ein die Nahrung aufnehmendes Organ in ihnen erkennen wollte.

Ueber die Entstehung der Vacuolen nach ihrer Contraktion liegen bis jetzt wenige Beobachtungen vor, jedoch scheint die Neubildung hier gewöhnlich nicht, wie dies bei Rhizopoden und Infusorien vielfach beobachtet wurde, durch Zusammenfluss mehrerer kleiner Vacuolen stattzufinden, sondern sich an Stelle der geschwundenen, alten Vacuole eine von Anfang an einheitliche, neue zu entwickeln, wobei zuweilen ein Rest der alten Vacuole als Centrum für die neue Anfüllung fungirt*).

Die Contraktion selbst erfolgt sehr plötzlich, ruckartig und hierbei fällt die hoch emporgewölbte, äussere, dünne Vacuolenwand in sich zusammen, sich zuweilen deutlich faltend, ja auch bruchsackartige Aussackungen erzeugend; nach völligem Schwund der Vacuole ist zuweilen an Stelle des früheren Vorsprungs eine deutliche Abflachung (Actinophrys) oder auch eine concave (Actinosphaerium) bis trichterförmige (Raphidiophrys pallida) Einsenkung zu beobachten. Mit den Faltungen der eingesunkenen Vacuolenwand dürfte vielleicht auch der haarähnliche Besatz in Zusammenhang zu bringen sein, den Wallich (19a) auf der eingesunkenen Stelle bei Actinosphaerium beobachtet hat**), wogegen Archer***) einen solchen Besatz zuweilen bei einer Varietät von Actinophrys (wahrscheinlich war dieselbe jedoch gleichfalls Actinosphaerium) auf der Peripherie der angeschwollenen Vacuolen wahrgenommen haben will. Vielleicht lassen sich jedoch diese haarähnlichen Fortsatzbildungen auch mit denjenigen vergleichen, die, wie wir früher sahen, häufig das Hinterende der Amöben auszeichnen.

Eine Anschwellung der benachbarten Vacuolen während der Contraktion der pulsirenden wurde bis jetzt mit Sicherheit noch nie beobachtet. Hinsichtlich der Function der Vacuole glaubt sich nun Zenker (25) bei Actinosphaerium mit Sicherheit überzeugt zu haben, dass dieselbe in einer Entleerung der Vacuolenflüssigkeit nach Aussen bestehe, im Gegensatz zu der früherhin ziemlich verbreiteten und hauptsächlich von Claparède für Actinophrys (13) vertheidigten Auffassung derselben als Cirkulationsorgan, wonach also die sich in ihr ansammelnde Flüssigkeit wieder in den Körper zurückgetrieben würde. Zenker stützt seine Ansicht auf die directe Beobachtung eines, bei Beginn der Systole, an einer schon vorher verdünnten Stelle der äusseren Vacuolenwand sich bildenden Risses, durch welchen die Entleerung stattfinde und dessen Ränder wäh-

*) Nach Hertwig und Lesser bei Actinophrys stets.

**) Spitzige Fortsätze auf der zusammengefallenen Blase beschreibt auch Lieberkühn; dieselbe soll jedoch nach ihm auch im collabirten Zustand noch als Hervortreibung erscheinen.

***) Quarterl. journ. micr. sc. Vol. 16. p. 299.

rend dieses Vorgangs deutlich in flatternder Bewegung geschen wurden. Einige Zeit nach dem Zusammenfallen der Blase sollen die Rissränder wieder mit einander verschmelzen und hierauf die Wiederanschwellung der Vacuole beginnen. Spätere Beobachter des Actinosphaerium, wie Lieberkühn und F. E. Schulze konnten sich jedoch von der Bildung eines solchen Risses nicht überzeugen und auch Hertwig und Lesser stellen das Einreissen der Blasenwand für Actinophrys entschieden in Abrede. Dennoch hält F. E. Schulze nach seinen Beobachtungen an Raphidiophrys die Entleerung der Vacuolenflüssigkeit für sehr wahrscheinlich, während Hertwig und Lesser über diesen Punkt unentschieden geblieben sind. Wenn wir jedoch sehen, dass durch die neueren Untersuchungen die Entleerung der contractilen Vacuole der Infusorien wohl unzweifelhaft bewiesen erscheint, so dürfen wir, glaube ich, die Zenker'sche Beobachtung, trotz der bis jetzt noch mangelnden Bestätigung, nicht mit zu grossem Misstrauen betrachten, da einmal, wenn eine Entleerung, wie dies ja höchst wahrscheinlich, thatsächlich erfolgt, diese doch wohl nur vermittels einer solchen Rissbildung stattfinden kann, und andererseits solche höchst subtilen Wahrnehmungen zu ihrem Gelingen häufig besonders glücklicher Bedingungen bedürfen, hinsichtlich derer ja Zenker ausnahmsweise begünstigt gewesen sein mag.

Halten wir aber mit Zenker die Entleerung der Vacuole für das wahrscheinlichste, so dürfen wir uns auch wohl hinsichtlich ihrer weiteren Bedeutung seinen Standpunkt aneignen und in ihr ein Organ erkennen, das zunächst dem energischen Wasserwechsel des Heliozoënkörpers vorsteht und im Weiteren den Respirationserscheinungen, welche mit diesem Wasserwechsel Hand in Hand gehen*). Unannehmbar jedoch scheint die Vorstellung, welche sich F. E. Schulze (38, I.) von der Entstehung der Vacuole bei Actinosphaerium: durch Endosmose aus dem umgebenden Wasser, gebildet hat. Zwar mag die Beobachtung ganz gegründet sein, dass die umgebenden Vacuolen während der Diastole der contractilen keine Volumverminderung erfahren; jedoch geht auch die Füllung ziemlich allmählich vor sich (10—80 Sekunden bei Actinophrys nach Weston) und andererseits spricht auch, wenn wir die Erscheinungen bei den Infusorien berücksichtigen, vieles dafür, dass die Füllung der contractilen Vacuolen gar nicht direct auf Kosten der nichtcontractilen zu erwarten ist, sondern dass sie aus dem Plasma unmittelbar gespeist werden. Die durch die Vacuole nach Aussen entleerte Flüssigkeit wird daher wohl als allseitig in den Körper endosmotisch aufgenommene, nicht jedoch als von Aussen speciell in die Vacuole diffundirte betrachtet werden müssen.

Eine kurze Betrachtung müssen wir hier ferner den zahlreichen und verschiedenartigen, körnigen Einschlüssen, die im Plasmakörper der Helio-

*) Für Actinophrys hat schon Weston 1856 die contractile Vacuole als Respirationsorgan beansprucht, ohne natürlich diese Ansicht näher zu begründen (16).

zoën vorkommen, widmen. Wir sehen hier ab von jenen feinsten Körnchen, die auch dem scheinbar homogenen Plasma gewöhnlich ein sehr feingranulirtes Aussehen verleihen. Die gröberen, körnigen Einschlüsse sind theils ungefärbt, theils gefärbt und wirken dann gleichzeitig als Pigmente, welche bei reichlicherem Vorkommen dem ganzen Heliozoënkörper eine bestimmte Färbung ertheilen können. Unser besonderes Interesse verdienen diese Einschlüsse auch noch deshalb, weil ihre Vertheilung gewöhnlich die Differenzirung von Ecto- und Entosark sehr wesentlich mit bewerkstelligen hilft. Ueber die chemische Natur dieser körnigen Einschlüsse ist im Ganzen wenig Sicheres bekannt. Die ungefärbten, von mehr oder weniger fettglänzendem Aussehen und scharfen Contouren scheinen z. Th. mit Recht als fettartige Gebilde betrachtet zu werden, doch werden sich dieselben bei genauerer Untersuchung wohl z. Th. auch als den schon bei den Rhizopoden erwähnten sogen. Excretkörnchen entsprechend erweisen, namentlich dürfen dahin wohl die scharf contourirten, rhombischen Krystalle gerechnet werden, welche Hertwig und Lesser in dem Ectosark von Heterophrys myriopoda Arch. (marina H. u. L.) fanden; auch die feinen Körnchen, welche häufig in Molekularbewegung in den Rindenalveolen des Actinosphaerium angetroffen werden, dürften wahrscheinlich derselben Kategorie von Einschlüssen zuzutheilen sein. Mögen diese körnigen Einschlüsse nun von der einen oder anderen Art sein, so wird ihre, speciell für Actinosphaerium von Kölliker, jedoch auch für andere Formen von anderer Seite betonte Zunahme mit reichlicher Ernährung verständlich erscheinen. Wie schon bemerkt, ist die Vertheilung solcher Einschlüsse häufig sehr charakteristisch; so finden wir bei Actinosphaerium kleine, dunkle Körnchen vorzugsweise reichlich in der Marksubstanz (Entosark) angehäuft, welche vorzüglich hierdurch ihre dunklere Färbung erhält (XV. 1 b, M)*). Hiermit stimmt denn überein, dass hier die Marksubstanz auch der Sitz der Assimilation ist. Das Umgekehrte scheint bei den übrigen Heliozoën mit differenzirtem Ecto- und Entosark durchaus der Fall zu sein. So treffen wir letzteres Verhalten sehr wohl ausgeprägt bei Actinophrys, wie schon Stein 1854 (14) sehr wohl beobachtet hat; hier ist die nur gering entwickelte, centrale Entosark- (oder Mark-)masse sehr feinkörnig, wogegen sich in dem vacuolirten Ectosark zahlreiche grössere, jedoch immerhin keine beträchtliche Grösse erreichende, fettglänzende Körnchen finden (XIV. 7 a). Aehnliches ist ferner bei den Chlamydophora und Chalarothoraca sehr verbreitet, so z. B. sehr deutlich zu beobachten bei Heterophrys (XV. 2), Raphidiophrys (XVI. 2), Acanthocystis (XVI. 7), ähnlich auch bei dem skeletlosen Actinolophus; jedoch erreichen bei diesen Formen die dunkeln Körnchen häufig eine relativ weit bedeutendere Grösse und das Ectosark derart eine weit grobkörnigere Beschaffenheit.

*) Kölliker (9) hält diese Körnchen für fettartiger Natur; F. E. Schulze hat neben ihnen noch zahlreiche kleinere, blasse Körnchen beobachtet, die jedoch gleichmässig durch das gesammte Plasma verbreitet sich finden.

Gleichzeitig gesellen sich hier zu diesen dunkeln Körnchen nicht selten noch gefärbte Einschlüsse verschiedener Art. Unter den Letztgenannten sind vor allem zu erwähnen die grünen, meist relativ recht ansehnlichen, kugligen bis ovalen Körper, welche in grösserer oder geringerer Häufigkeit im Plasma zahlreicher Heliozoën angetroffen und wohl mit Recht als Chlorophyllkörner beansprucht werden. Es gibt eine ganze Anzahl von Formen, bei welchen solche Chlorophyllkörner nahezu constant vorhanden sind, obgleich sie, wie dies uns auch von anderen Protozoën bekannt ist, keineswegs als Artcharakter geltend gemacht werden dürfen, sondern gelegentlich vollständig vermisst werden.

So ist hier zunächst das Actinosphaerium Eichhornii anzuführen, das häufig in einer ganz grün gefärbten Varietät vorkommt, welche ihre grüne Färbung eben der Anhäufung zahlreicher Chlorophyllkörner im Entosark verdankt*). Umgekehrt scheint nun bei den übrigen chlorophyllführenden Heliozoën mit differenzirtem Ectosark, letzteres der Sitz der Chlorophyllkörner zu sein; es ist dies wenigstens mit Sicherheit erwiesen für die gewöhnlich chlorophyllhaltigen Acanthocystisarten und wohl auch die Heterophrys myriopoda Arch., während bei anderen, ähnlich chlorophyllreichen Formen, wie der Raphidiophrys viridis, dem Chondropus viridis Greeff und dem Sphaerastrum Fockii Arch. das Lagerungsverhältniss der Chlorophyllkörner nicht sicher bekannt ist. — Zuweilen werden neben solchen Chlorophyllkörnern auch ähnlich gestaltete und in der Grösse mit ihnen übereinstimmende, blasse, farblose Körner angetroffen, so hauptsächlich bei Acanthocystis turfacea; und bei der farblosen Varietät dieser Form scheinen derartige Körner allein vorhanden zu sein. Auch die mattglänzenden Körner der farblosen Raphidiophrys pallida glaubt F. E. Schulze als Vertreter der Chlorophyllkörner der chlorophyllführenden Arten beanspruchen zu dürfen. Ein solcher Zusammenhang der farblosen und grüngefärbten Körner scheint überhaupt nicht unwahrscheinlich, wenn man sich erinnert, dass ja die Chlorophyllkörner der Pflanzen eine farblose, eiweissartige Grundsubstanz besitzen und wir von andern chlorophyllführenden Protozoën (so Ciliaten) gleichfalls mit Sicherheit wissen, dass die grünen Körner zuweilen durch blasse, ungefärbte vertreten sein können. Innerhalb der Chlorophyllkörner sind zuweilen einige körnige Einschlüsse zu beobachten und nach der Angabe einiger Forscher, so Greeff's und A. Schneider's, soll ihnen auch eine Membran zukommen; letzterer will sogar einen Kern sammt Kernkörper in ihnen beobachtet haben. Greeff bezeichnet sie daher zuweilen auch als grüne, feste Kapseln (so bei Chondropus viridis) und Schneider als Bläschen. Vereinzelt steht bis jetzt die nicht unwahrscheinliche Angabe Greeff's, welcher bei Acanthocystis turfacea eine Vermehrung

*) Archer will auch eine chlorophyllführende Varietät von Actinophrys beobachtet haben; jedoch scheint es mir nach den weiterhin noch angegebenen Eigenthümlichkeiten dieser Varietät, dass hier eine Verwechslung mit Actinosphaerium vorliegt.

der Chlorophyllkörner durch Zwei- und Dreitheilung beobachtet haben will.

Nach diesen Bemerkungen wird es nicht unverständlich erscheinen, dass die Chlorophyllkörner der Heliozoa verschiedenen Missdeutungen ausgesetzt waren und dass sie im Speciellen mehrfach den gelben Zellen der Radiolarien an die Seite gestellt wurden; namentlich Schneider, der ja die Chlorophyllkörner für echte Zellen hält, hat ihre Gleichwerthigkeit mit den gelben Zellen der Radiolarien zu vertheidigen gesucht.

Was die Bedeutung der Chlorophyllkörner betrifft, so erhebt sich die Frage, die wir uns schon bei ähnlichem Verhalten gewisser Rhizopoden vorlegen mussten: sind dieselben Erzeugnisse des Heliozoënkörpers selbst, oder stammen sie nur von der aufgenommenen, chlorophyllhaltigen Nahrung her? Letztere Auffassung scheint im allgemeinen die von Hertwig und Lesser zu sein, wogegen sich jedoch Archer, wenigstens für diejenigen Formen, welchen dieselben gewöhnlich als charakteristische und häufige Bestandtheile zukommen, mit Recht erklärt. Auch Greeff, der, wie oben bemerkt, die selbstständige Vermehrung solcher Chlorophyllkörner beobachtet haben will, wird ohne Zweifel letzterer Ansicht sein. Weiterhin dürfte dieselbe auch wegen des muthmaasslichen Zusammenhangs der grünen Körner mit den oben erwähnten blassen, und fernerhin wegen der gewöhnlich, wie es scheint, nicht zu beobachtenden weiteren Umwandlungsprodukte derselben durch die Verdauung, viel mehr Wahrscheinlichkeit für sich haben. Wenn auch natürlich nicht in Abrede gestellt werden kann, dass sich bei zahlreichen Heliozoën als Nahrung aufgenommene Chlorophyllkörner finden, so wird doch an der endogenen Natur des Chlorophylls bei einer Anzahl der oben erwähnten Formen festgehalten werden müssen (so hauptsächlich bei der grünen Varietät des Actinosphaerium, bei Acanthocystis turfacea und Raphidiophrys viridis).

Aber auch anderweitige gefärbte Körner oder grössere derartige Kugeln sind im Heliozoënorganismus nicht selten anzutreffen und ihre Natur ist im allgemeinen noch sehr wenig genau erforscht. Zum Theil werden sie als fettartige Körper, hauptsächlich die gelbgefärbten, beansprucht, z. Th. fehlt jedoch bis jetzt jede genauere Untersuchung ihrer chemischen Natur. Auch ist ihre Herkunft in gleicher Weise unsicher; jedoch dürfte ihre mehr oder minder directe Ableitung von der aufgenommenen Nahrung grosse Wahrscheinlichkeit haben. Hinsichtlich ihrer Färbung zeigen diese Körper so ziemlich alle Uebergänge von Gelb bis zu intensivstem Roth und andererseits auch Braun.

Gelbe kuglige Körper, von wahrscheinlich fettartiger Natur, finden sich häufig bei Acanthocystis, mit oder ohne Chlorophyllkörner, vor. Bei der Elaeorhanis Greeff's und dem sogen. Astrodisculus flavo-capsulatus findet sich ein solch gelber bis bräunlicher, ansehnlicher, kugliger Körper im Centrum des ganzen Organismus; bei der ersteren Form bezeichnet ihn Greeff als öltropfenartiges Gebilde, bei der letztern hingegen hat er ihn früher sogar als Homologon der Centralkapsel der Radiolarien beansprucht, und in ähnlicher Weise auch die intensiv rothe Centralkugel seines Astrodisculus ruber*) gedeutet. Neben dieser ansehnlichen, rothen Centralkugel weist diese Form jedoch auch noch zahlreiche kleine, rothe Pigmentkörnchen auf. Röthliche bis bräunliche Körperchen erfüllen auch das Protoplasma der Pompholyxophrys punicea, das Ectosark der Pinacocystis, den Astrococcus rufus Greeff's und das Entosark (?) der Pinaciophora. In spärlicherem Vorkommen sind derartige Farbstoffkörnchen jedoch auch bei andern Formen bald hier, bald da zu treffen.

Endlich sind es noch die Zellkerne, welche als hochwichtige Bestandtheile des Heliozoënkörpers unsere Aufmerksamkeit ganz besonders in Anspruch nehmen müssen. In vieler Hinsicht treffen wir hier

*) = Pompholyxophrys exigua? Hertw. u. Less.

ganz ähnliche Verhältnisse, wie sie uns schon bei den Rhizopoden begegneten, sowohl in Bezug auf Vorkommen der Kerne überhaupt, ihre Zahl, wie ihren Bau. Wie bei den Rhizopoden haben wir auch hier eine Anzahl von Formen zu verzeichnen, welchen die Anwesenheit der Kerne überhaupt abgesprochen wird und welche daher häufig in die Abtheilung der Häckel'schen Moneren verwiesen werden.

Namentlich sind solche Formen unter den Skeletlosen aufgeführt worden. So wurden bisher die Kerne vermisst bei der Arachnula Cienk., bei den meisten Formen der Gattung Vampyrella, die daher auch gewöhnlich als ein Hauptvertreter der Moneren angesehen wird; während bei einer wohl unzweifelhaft hierhergehörigen Form (der sogen. Leptophrys elegans H. u. L.) Hertwig und Lesser die Anwesenheit von Kernen erwiesen haben, diese Forscher sich jedoch auch hinsichtlich der Kernlosigkeit der übrigen Vampyrellen mit grosser Vorsicht ausdrücken. Weiterhin werden dann als Monerenformen noch aufgeführt das Myxastrum Häckels und die neuerdings von Aim. Schneider beschriebene Monobia, während von Lithocolla F. E. Sch. und Elaeorhanis Greeff dieser Punkt nicht mit Sicherheit entschieden ist.

Bei allen genauer untersuchten, skeletführenden Heliozoën hat sich das Vorhandensein eines Kernes constatiren lassen, so dass ich nach vorstehender Uebersicht wohl zu dem Ausspruch berechtigt zu sein glaube, dass das Vorkommen kernloser Formen bis jetzt mit Sicherheit unter den Heliozoën nicht erwiesen ist, da die Fälle, in denen der Kern bis jetzt vermisst wurde, entweder solche sind, die seiner Beobachtung überhaupt sehr grosse Schwierigkeit in den Weg stellen, oder bei denen die modernen Hülfsmittel der Kernnachweisung, hauptsächlich die Färbemittel, noch keine ausreichende Verwendung gefunden haben.

Ueberschauen wir nun zunächst die Zahlenverhältnisse, in welchen die Kerne sich bei den verschiedenen Heliozoën finden, so treffen wir hier wieder ganz ähnliche Verhältnisse, wie bei den Rhizopoden. Einer grossen Reihe von Formen kommt, soweit die Beobachtungen bis jetzt reichen, fast stets ein einziger Kern zu; so gehören hierher von den nackten Formen die Nuclearia simplex Cienk., Actinophrys und Actinolophus, ferner die skeletführenden durchaus, soweit bekannt. Dagegen treffen wir aber unter den nackten eine Anzahl Formen, welche wenigstens im erwachsenen Zustand durchaus eine Mehrzahl von Kernen aufweisen; hierher ist zu rechnen die Vampyrellaart, bei der es Hertwig und Lesser gelang, die Kerne zu constatiren und die deren 3 zeigte; ferner die Nuclearia delicatula Cienk., welche nach den übereinstimmenden Angaben der Beobachter stets eine grössere Anzahl von Nuclei (bis 5 und 6) besitzt und weiter als besonders hervorstechendes Beispiel das Actinosphaerium, das in grossen Exemplaren ganz ungemein ansehnliche Kernmengen in seinem Entosark einschliesst; so sind 100—200 Kerne hier gar nicht ungewöhnlich und Carter will bei einem 0,85 Mm. Durchmesser zeigenden Exemplar sogar 300—400 gezählt haben.

Wie die Zellkerne der Heliozoa überhaupt, man kann sagen, eigentlich bis zu den Untersuchungen F. E. Schulze's und Hertwig und Lesser's, vielfach verkannt wurden, so im Speciellen die schon frühzeitig, zuerst durch Kölliker 1849, aufgefundenen des Actinosphaerium. Die erste Beobachtung eines Heliozoënkernes darf wohl Nicolet (1848) zugeschrieben werden, denn das von ihm beschriebene, centrale Ovarium der Actinophrys war sicherlich nichts

weiter wie der Nucleus. Stein beobachtete ihn 1854 wieder, kam jedoch über die morphologische Auffassung dieses Gebildes auch zu keinem sicheren Anhalt, da es ihm „als eine kernhaltige Zelle erschien".

Aehnlich erging es auch den Nuclei von Actinosphaerium, deren Zellennatur schon Kölliker für möglich hielt und die er auch mit der Fortpflanzung im Zusammenhang stehend glaubte, eine Ansicht, welche späterhin noch bestimmter von Carter ausgesprochen wurde, der die Kerne geradezu für Fortpflanzungszellen hielt. Auch M. Schultze und Häckel konnten sich noch nicht von der Zellennatur dieser Kerne losmachen, dagegen haben denn Greeff und späterhin F. E. Schulze, wie Hertwig und Lesser, ihre Kernnatur über jeden Zweifel sicher gestellt.

Für Actinosphaerium ist durch neuere Beobachtungen nachgewiesen worden, dass die hohe Zahl der Kerne erwachsener Thiere allmählich, von einem jugendlichen ein- oder wenigkernigen Zustand ausgehend, durch Vermehrung der Kerne erreicht wird.

Bei den skeletführenden Formen ist bis jetzt nur sehr wenig von mehrkernigen Zuständen bekannt geworden, jedoch hat R. Hertwig bei Acanthocystis häufig zweikernige Exemplare getroffen, F. E. Schulze selten ähnliche Verhältnisse bei Raphidiophrys pallida, während Archer bei Rh. viridis gelegentlich auch mehrere Kerne gefunden hat. Fügen wir hierzu noch die zeitweilige Beobachtung zweier Kerne bei Actinolophus durch F. E. Schulze und Hertwig, so finden wir, dass mehrkernige Zustände auch bei den gewöhnlich einkernigen Formen der Heliozoën nicht durchaus fehlen. Ob jedoch aus der Anwesenheit mehrerer Kerne ein directer Schluss auf bevorstehende Vermehrung durch Theilung gezogen werden darf, wie dies natürlich auch hier geschehen ist, müssen wir, ebenso wie bei den Rhizopoden, als sehr fraglich und die Bedeutung der Mehrkernigkeit auch hier noch als unsicher bezeichnen.

Die Lagerung der Kerne im Heliozoënorganismus ist z. Th. eine recht charakteristische. Bei den Formen ohne deutlich differenzirtes Ecto- und Entosark tritt zwar eine bestimmte Lagerung nicht hervor, dagegen sind bei den höher Entwickelten die Nuclei durchaus dem Entosark eingefügt. In letzterem Fall besitzt der einfache Kern z. Th. eine genau centrale Lage, so dass also durch seine Lagerung die homaxone Bildung des ganzen Organismus noch deutlicher hervorgehoben wird (XIV. 7a—b, n). Mit Sicherheit darf dieses Verhalten für Actinophrys angegeben werden, doch scheint auch noch einigen weiteren Formen, wie z. B. Pompholyxophrys, Hedriocystis und wohl auch Clathrulina dieselbe Kernlage eigenthümlich zu sein. Häufiger hingegen treffen wir excentrische Lage des oder der Kerne und scheint dies zunächst mit der, wie geschildert, häufig etwas excentrischen Einlagerung des Entosarks im Zusammenhang zu stehen. Ausgezeichnete Beispiele für letzteres Verhalten bieten uns die Gattungen Acanthocystis (XVI. 7a—b, n), Raphidiophrys (XVI. 2, n) und Actinolophus (XIV. 6a, n) dar; der Kern ist hier, wie es scheint, stets sehr weit vom Centrum abgerückt, so dass er sich dicht unterhalb der äusseren Oberfläche vorfindet. Wie späterhin, bei Besprechung der Pseudopodien noch genauer zu erörtern sein wird, steht

jedoch diese excentrische Verlagerung des Kernes bei den erwähnten Formen noch mit einer besonderen Organisationseinrichtung im Zusammenhang, welche im Centrum dieser Heliozoën ihren Sitz hat und wodurch es verständlich wird, dass hier eine centrale Lage des Kernes gar nicht möglich ist. Auch bei dem durch seine grosse Kernzahl ausgezeichneten Actinosphaerium findet sich eine excentrische Lagerung der Nuclei, indem sie in der peripherischen Region des Entosarks angehäuft sind, wogegen dessen centrale Partie kernfrei bleibt.

Was die specielle Bauweise der Heliozoënnuclei betrifft, so finden wir auch hierin wieder die nächsten Beziehungen zu den Rhizopoden. Am genauesten in dieser Hinsicht sind wohl die Kerne des Actinosphaerium und der Actinophrys bekannt. Diese kugelrunden oder ellipsoidischen Kerne zeigen stets, wie dies für die Heliozoën überhaupt gültig erscheint, den sogen. bläschenförmigen Bau, d. h. eine äussere Rindenschicht (auch häufig als Kernmembran bezeichnet) umschliesst einen mit heller Masse (wahrscheinlich Flüssigkeit) erfüllten Raum, der ein oder zuweilen auch mehrere, stets jedoch ziemlich ansehnliche Kernkörperchen enthält. Im lebenden Zustand erscheinen sowohl die Rindenschicht wie das Kernkörperchen ziemlich homogen, wogegen sie nach Behandlung mit verdünnter Essigsäure oder anderen coagulirenden Reagentien eine mehr oder minder grobgranulirte bis bröcklige Beschaffenheit annehmen. Während nun die meisten Heliozoënkerne gewöhnlich nur einen solchen Nucleolus erkennen lassen, bieten die Kerne von Actinosphaerium recht häufig, wie dies schon von M. Schultze beobachtet und späterhin von Greeff, F. E. Schulze, sowie Hertwig-Lesser bestätigt worden ist, mehrere, nach M. Schultze bis zu 20, Kernkörperchen dar (XIV. 8a—b). Bis jetzt wurde jedoch über die Bedeutung dieses verschiedenen Verhaltens mit Sicherheit noch nichts ermittelt. Einige weitere Eigenthümlichkeiten dieser Actinosphaeriumkerne habe ich*) noch angedeutet; zunächst sieht man häufig recht deutlich zahlreiche zarte, plasmatische Fäden in radialer Richtung von dem oder den Kernkörperchen nach der Kernrinde ausstrahlen (XIV. 8a) und weiterhin wurde es mir sehr wahrscheinlich, dass diese Kernrinde nochmals von einer sehr zarten Membran umschlossen wird, die eigentlich den Namen Kernmembran zu erhalten hätte. Auch Grenacher glaubt sich am Kern der Actinophrys, der in allen wesentlichen Eigenthümlichkeiten mit den eben etwas genauer betrachteten des Actinosphaerium übereinstimmt (XIV. 7a—b, n), von der Gegenwart einer solchen Membran überzeugt zu haben, wogegen Hertwig und Lesser dieselbe nicht aufzufinden vermochten.

Die feinere Bauweise der bläschenförmigen Kerne der übrigen Heliozoën ist im Ganzen bis jetzt noch wenig genau bekannt; gewöhnlich ist nur der häufig recht ansehnliche Nucleolus mit der ihn umschliessenden Flüssigkeitshöhle erkannt worden, wogegen genauere Beobachtungen über die Rindenschicht und Kernmembran bis jetzt fehlen.

*) Studien über die ersten Entwickelungsvorg. etc. p. 67. Abh. d. Senckenb. naturf. Gesellsch. Bd. X. 1876.

Zum Beschluss unserer Betrachtung der Kernverhältnisse der Heliozoa werfen wir noch einen Blick auf die wenigen Erfahrungen, welche bis jetzt über die Vorgänge der Kernvermehrung vorliegen. Obgleich in dem an Kernen so reichen Actinosphaerium, von dem es erwiesen ist, dass die Zahl seiner Kerne sich, vom einkernigen Zustand ausgehend, mit zunehmender Grösse successive vermehrt, ein sehr geeignetes Objekt für das Studium der Kernvermehrung vorzuliegen scheint, ist es bis jetzt bei dieser Form doch nicht geglückt, den Process der Kernvermehrung zu erforschen.

Die einzigen Beobachtungen über diesen Vorgang wurden von F. E. Schulze bei Actinolophus und von R. Hertwig bei Acanthocystis angestellt. Beide Forscher schildern denselben ganz nach dem für die Kerntheilung früher allgemein acceptirten Schema. Der Kern sammt Kernkörperchen streckt sich etwas bandförmig in die Länge, schliesslich wird das langgestreckte Kernkörperchen nach F. E. Schulze bisquitförmig und zerfällt, noch vor der eigentlichen Kerntheilung, in zwei gesonderte Nucleoli, um die sich je ein heller Hof bildet (Kernsaft plus Kernmembran); schliesslich rücken die beiden neugebildeten Kerne auseinander. Nach R. Hertwig's Angaben scheint jedoch bei Acanthocystis die Durchschnürung des eigentlichen Kernes und des Kernkörperchens mehr gleichzeitig zu erfolgen, ohne dass vorher zwei gesonderte Kernkörper gebildet worden wären.

4. Die Pseudopodien, die Nahrungsaufnahme, sowie die Bewegungserscheinungen der Heliozoa.

Die allgemeinen Bildungs- und Anordnungsverhältnisse der Pseudopodien der Heliozoën waren schon, bei der Vorbesprechung der allgemeinen morphologischen Bildung dieser Gruppe, Gegenstand unserer Betrachtung; es zeigen sich aber bei etwas näherem Eingehen auf die vorliegenden Verhältnisse doch so manche Verschiedenheiten und interessanten Differenzirungen, dass wir noch etwas genauer auf die speciellen Einrichtungen Rücksicht nehmen müssen.

Charakteristisch sind, wie schon mehrfach bemerkt, für unsere Gruppe die strahlenförmigen, feinen und meist einen relativ starren Eindruck machenden Pseudopodien; jedoch finden sich, wenn auch selten, und z. Th. nur unter gewissen Bedingungen, einige wenige Ausnahmen von dieser Regel. So entwickelt die Vampyrella Spyrogyrae, wie schon Cienkowsky beobachtet hat, und Hertwig und Lesser bestätigten, neben den gewöhnlichen, fadenförmigen, spitzen Pseudopodien zuweilen einzelne, breitere, stumpf-lappige und hyaline Fortsätze, die rasch hervortreten und wieder verschwinden. Bei anderen Heliozoën scheint sich eine regelmässige Entwickelung solcher stumpfer Pseudopodienfortsätze kaum zu finden, oder doch nur unter gewissen Verhältnissen

einzutreten. Doch konnte Greeff (33) ziemlich häufig bei Acanthocystis turfacea (vorzugsweise bei jugendlichen Exemplaren) an wechselnden Stellen der Körperoberfläche das Hervorbrechen breiter, stumpfer, amöboid beweglicher Plasmafortsätze beobachten. Dieselben waren gewöhnlich fingerförmig zertheilt und drängten bei ihrem Hervortreten die Skelethülle auseinander, so dass eine mehr oder minder weite Lücke in derselben entstand.

Wie bei Besprechung der Nahrungsaufnahme weiter unten noch genauer zu erörtern sein wird, scheint hierbei (wenigstens bei Actinophrys) ein stumpfer, lappiger, wie ein Pseudopodium sich erhebender Fortsatz eine wichtige Rolle zu spielen und nach Claparède's wie Weston's Beobachtungen scheint es, dass sich solche stumpfe Fortsätze gelegentlich auch vorübergehend, ohne dass es zur Nahrungsaufnahme käme, entwickeln können.

Weiterhin kommen eigenthümliche, von der Bildung der gewöhnlichen sehr abweichende Pseudopodien auch während eines gewissen Lebensstadiums des Actinosphaerium vor, wovon wir erst durch A. Brandt in neuester Zeit Nachricht erhalten haben (44, 45). Vor dem Uebergang in den encystirten Zustand nämlich, bevor noch die strahligen Pseudopodien völlig eingezogen worden sind, nimmt das Actinosphaerium vorübergehend einen eigenthümlichen, amöboiden Zustand an, indem es kurze bis längere zipfelartige, sehr fein zugespitzte und z. Th. mehrfach gegabelte Pseudopodien ausstreckt, mit deren Hülfe es sich langsam kriechend fortbewegt. Dieser amöboide Zustand ist jedoch von relativ kurzer Dauer, schon nach höchstens 24 Stunden vergeht er und es tritt die eigentliche Encystirung ein.

Ein solch amöboider Zustand ist nun, wie wir schon früher hervorzuheben Gelegenheit hatten, bei einem Theil der von uns zu den Heliozoën gezogenen, nackten Sarkodinen noch während des grösseren Theils des Lebens dauernd erhalten: so bei Arachnula, Nuclearia und Vampyrella. Zwar werden hier, mit Ausnahme der schon erwähnten Vampyrella, nur feine fadenartige Pseudopodien entwickelt, dagegen ist der ganze Weichkörper ziemlich lebhaft amöboid gestaltsveränderlich und die Ortsbewegung erfolgt durch Hinströmen in der uns von früher her bekannten Art der Amöben. Dabei wird denn entweder eine einfach längsgestreckte Gestalt angenommen (XIII. 11a), oder es zieht sich der Körper auch in mehrere nach verschiedenen Richtungen sich erstreckende Lappen aus, während er zu andern Zeiten eine abgerundete, der typischen Heliozoënform sich näher anschliessende Gestaltung annimmt.

Auch hinsichtlich der Vertheilung der Pseudopodien über die Körperoberfläche zeigen die eben erwähnten, von den typischen Heliozoën am meisten abweichenden Formen, noch nicht die charakteristischen Verhältnisse der letzteren, indem die Pseudopodien hier zuweilen nicht allseitig von der Körperoberfläche hervortreten, sondern nur auf einem Theil

derselben entwickelt sind, namentlich randlich oder von den Enden der Lappen, in welche der Weichkörper, wie erwähnt, gelegentlich ausgezogen ist. Auch hinsichtlich ihrer Gestaltung zeigen die Pseudopodien dieser Gattungen noch eine mehr an die Rhizopoden erinnernde Beschaffenheit, indem sie recht häufig noch zwei- bis dreifach spitzwinklig gegabelt auslaufen, ohne dass jedoch gewöhnlich die benachbarten Pseudopodien durch Verschmelzung zur Bildung von Netzen Veranlassung geben würden.

Doch herrscht auch bei den typischen Heliozoën noch eine gewisse Freiheit in der Pseudopodiengestaltung, so dass sich mancherlei Abweichungen von der einfachen, regulären Strahlen- oder Fadengestalt auch hier aufführen lassen.

Was die Bildung der Pseudopodien letztrer Formen anlangt, so ist zunächst der Unterschied in der Gestaltung hervorzuheben, die etwa von einer sehr langgestreckt kegel- oder stachelartigen Form, wie sie sich bei Actinosphaerium findet (XV. 1 b), bis zur Ausbildung äusserst feiner, zarter, fadenförmiger Bildung hinführt. Hinsichtlich ihrer Längenverhältnisse zeigen sie ziemliche Verschiedenheiten; relativ kurz bleiben sie bei Actinosphaerium (etwa den halben bis den gesammten Durchmesser erreichend); ähnlich kurz sind sie auch bei Pompholyxophrys (XV. 4, und den wenigstens z. Th. wohl hiermit identischen Astrodisculusformen Greeff's), sind jedoch hier gleichzeitig sehr fein und zart und in sehr spärlicher Zahl über die Körperoberfläche vertheilt*). Eine ansehnlichere Länge erreichen die Pseudopodien schon bei Actinophrys (XIV. 7 a), wo sie gewöhnlich den Durchmesser des Körpers an Länge übertreffen, noch länger jedoch, bis zu dem zwei- und dreifachen (ja auch noch mehr) des Körperdurchmessers, werden sie bei Acanthocystis (XVI. 6 a), Raphidiophrys (XVI. 2), Pinacocystis (XVI. 4), Pinaciophora, Actinolophus (XIV. 6 a), Clathrulina (XVII. 1 a) und anderen; jedoch kann in einer und derselben Gattung bei verschiedenen Arten die Pseudopodienlänge ziemliche Schwankungen aufweisen. Wie oben schon angedeutet, ist jedoch auch die Zahl der der Körperoberfläche entspringenden Pseudopodien recht beträchtlichen Verschiedenheiten unterworfen und scheint im Allgemeinen als Regel aufgestellt werden zu können, dass die Pseudopodienzahl mit der Grössenzunahme der Formen wächst.

Wichtiger als die eben hervorgehobenen Unterschiede erscheint jedoch die eigenthümliche innere Differenzirung, welche bei den höheren Heliozoën zur Bildung eines unter dem Namen des Axenfadens bekannten Stützapparates des Pseudopodiums geführt hat. Wie weit eine solche Einrichtung durch die Reihe der Heliozoën verbreitet ist, lässt sich heute noch nicht mit Sicherheit ermessen, da die Schwierigkeiten der Beobachtung solch feiner Verhältnisse sehr gross sind. Unzweifelhaft erwiesen ist ihr Vorhandensein bei den Gattungen Actinophrys, Actinosphaerium,

*) Aehnlich verhalten sich auch Chondropus und Astrococcus Greeff, von welchen der letztere wenigstens kaum hinreichend von Astrodisculus unterschieden zu sein scheint.

Actinolophus, Acanthocystis und Raphidiophrys; zweifelhaft hingegen, ja wenig wahrscheinlich, ist sie bei Clathrulina, wo Greeff die Differenzirung der Pseudopodien in Axenfaden und Rindenschicht behauptet, während Hertwig und Lesser dieselbe in Abrede stellen.

Am besten zu beobachten sind diese Verhältnisse bei dem grossen Actinosphaerium, wo sie auch zuerst durch M. Schultze 1863 (20) und kurze Zeit darauf von Carter (21) aufgefunden worden sind. Man sieht hier sehr deutlich durch die Axe des ziemlich dicken Pseudopodiums einen homogenen, etwas dunkleren Faden hinziehen, der sich deutlich von der körnigen Pseudopodien-Rindenschicht unterscheidet (XV. 1b, ax) und welcher sich nicht nur durch das ganze Pseudopodium, sondern auch noch durch die protoplasmatische Masse des Ectosarks, in die Scheidewände zwischen den Vacuolen eingesenkt, bis zur Grenze des Entosarks, ja z. Th. auch noch ein Stück weit in dieses hinein, verfolgen lässt. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass diese Axenfäden thatsächlich eine Art elastischer Stützorgane der relativ starren Pseudopodien darstellen, jedoch gewiss nicht Skeletgebilden direct verglichen werden dürfen. Sie bestehen aus organischer Substanz, welche sich bei dem Hervorstrecken eines Pseudopodiums aus dem sich erhebenden Protoplasma des Ectosarks direct differenzirt oder ausscheidet, wie dies von Brandt (45) bei der Neubildung der Pseudopodien beobachtet wurde. Hierbei sieht man zunächst einen ziemlich breiten, kegelförmigen Protoplasmafortsatz als Anlage des künftigen Pseudopodiums sich erheben, in dessen Axe sich allmählich die erste Spur des Axenfadens als feines, nadelartiges Gebilde zeigt.

Andererseits kann jedoch auch bei der Zurückziehung des Pseudopodiums der Axenfaden wieder völlig rückgebildet, d. h. in dem Körperprotoplasma aufgelöst werden, was jedenfalls bei der gänzlichen Einziehung der Pseudopodien vor Beginn der Encystirung geschieht, jedoch auch bei sonstiger Rückziehung der Pseudopodien einzutreten scheint, wenngleich es nicht völlig sichergestellt ist, ob hierbei nicht z. Th. auch nur eine Zurückziehung des Axenfadens, ohne Auflösung, stattfindet.

Brandt, der diese Verhältnisse einer genaueren Untersuchung unterzog, will beobachtet haben, dass namentlich das Ectosark eine besondere Lösungsfähigkeit für die Axenfäden besitze und dass die Wiederlöslichkeit der Axenfäden eine sehr verschiedene sein könne, indem die erst kürzlich gebildeten noch eine grosse, die schon vor längerer Zeit entstandenen hingegen nur eine geringe Wiederlöslichkeit besässen. Den Grund hierfür sucht er in der eigenthümlichen chemischen Beschaffenheit dieser Gebilde; während nämlich nach ihm die neugebildeten Axenfäden aus reinem Vitellin bestehen, soll sich diesem späterhin noch eine andere organische Substanz beimischen, welche wohl die geringere Löslichkeit der älteren Axenfäden veranlasse. Weiterhin haben jedoch Brandt seine Untersuchungen der Axenfäden noch gelehrt, dass dieselben, namentlich im jugendlichen Zustand, mit einander verschmelzen können, wodurch also eine noch flüssige oder doch plastische Beschaffenheit derselben angezeigt wird. Andererseits liess sich jedoch auch selbstthätige Contraktion derselben manchmal nachweisen, wobei sie entweder in toto sich verkürzten und entsprechend verdickten oder auch lokale, spindel- bis knotenförmige Anschwellungen zeigten.

Viel grössere Schwierigkeiten bietet die Beobachtung der Axenfäden bei den übrigen genannten Heliozoëngattungen; was einmal daher rührt, dass bei der grösseren Feinheit der Pseudopodien die Verhältnisse überhaupt viel schwieriger zu eruiren sind, andererseits jedoch auch wohl damit zusammenhängt, dass hier die aus dünnflüssigerem Ectoplasma gebildete Rindenschicht der Pseudopodien eine viel geringere Dicke besitzt und daher schwieriger von dem Axenfaden unterschieden werden kann. Es sind daher vorzüglich die in den Weichkörper selbst eintretenden Enden der Axenfäden, welche hier zur Wahrnehmung gekommen sind und deren Verhalten z. Th. ein sehr eigenthümliches und von dem bei Actinosphaerium gefundenen, abweichendes ist. Bei letzterer Form sind, wie bemerkt, die Axenfäden bis an die Grenze oder bis in die äusserste Region des Entosarks zu verfolgen, indem sie allmählich an Dicke zunehmen; hier jedoch enden sie und zwar mit keilförmig abgestutzten Enden, wie zuerst von Greeff nachgewiesen wurde.

Von diesem eben geschilderten Verhalten weichen, wie bemerkt, die übrigen Heliozoën, bei welchen Axenfäden mit Sicherheit erkannt worden sind, in sehr bemerkenswerther und interessanter Weise ab. Hier nämlich, bei Actinophrys, Acanthocystis, Raphidiophrys und Actinolophus lassen sich die Axenfäden viel weiter in die centralen Partien des Körpers und, wo ein Entosark entwickelt, in dieses verfolgen, ja sie treten, mit Ausnahme von Actinophrys, bis zu dem Centrum selbst heran und vereinigen sich hier zusammenfliessend in eigenthümlicher Art. Bei Actinophrys haben sich bis jetzt die verschiedenen Forscher noch nicht völlig über das centrale Verhalten der Axenfäden geeinigt. Grenacher (29), der dieselben zuerst entdeckte, gibt an, sie bis zu der Oberfläche des central gelegenen Kerns verfolgt zu haben und ich kann, nach eigenen Untersuchungen dieses Verhalten bestätigen. Greeff (35) will sie sogar in die vermeintliche Centralkapsel (ohne Zweifel den Kern) eintreten und in deren Centrum sich vereinigen gesehen haben. Von solch tiefem Eindringen der Axenfäden konnten sich jedoch Hertwig und Lesser nicht überzeugen, dagegen glaubt Hertwig (43) durch neue Untersuchungen gefunden zu haben, dass die Axenfäden in einiger Entfernung vom Kern mit rundlichen Anschwellungen endigen, sich jedoch jedenfalls nicht bis zum Centrum erstrecken. Wie schon oben gesagt, muss ich die Grenacher'sche Darstellung, nach eigner Erfahrung, für die richtige halten. Bei den drei anderen, oben genannten Gattungen hat sich dagegen das Verhalten der Axenfäden im Innern des Heliozoënkörpers durch die Bemühungen von Grenacher, Greeff, F. E. Schulze und Hertwig allmählich recht sicher ermitteln lassen. Hier steht einer centralen Vereinigung derselben kein Hinderniss im Wege, indem der Kern, wie früherhin geschildert wurde, eine excentrische Lage besitzt. Es lassen sich denn auch die Axenfäden bis zu dem im Entosark gelegenen Centrum des Körpers verfolgen, wo sie sich mit einem hier befindlichen, dunklen, kleinen und in Carmin sich lebhaft färbenden Körperchen vereinigen (XVI. 2, 7a).

Dieses Verhalten ist für Acanthocystis, Raphidiophrys und Actinolophus durch F. E. Schulze und Hertwig erwiesen worden, wovon die Beobachtungen Grenacher's, der zuerst die centrale Vereinigung der Axenfäden bei Acanthocystis sah (31) und die Greeff's (40) bei derselben Gattung etwas abweichen. Letzterer gibt auch für diese Form an, die Axenfäden bis in das Innere der von ihm beschriebenen, sogen. Centralkapsel, welche nach Beschreibung und Abbildung ohne Zweifel der Nucleus der übrigen Autoren ist, verfolgt zu haben, ja er sah sie auch noch in den Nucleolus eintreten und in diesem an einer central gelegenen, hellen, bläschenartigen Höhlung endigen (XVI. 6a). Ein Zweifel an der Identität der von Greeff beschriebenen sogen. Centralkapsel mit dem Nucleus dürfte kaum gerechtfertigt sein, so dass sich vorerst die abweichende Darstellung dieses Forschers wohl nur in der Weise mit der der obengenannten Autoren ins Einvernehmen setzen lässt, dass Greeff sich durch eine Uebereinanderlagerung des Nucleus und des centralen Ausstrahlungspunktes der Axenfäden täuschen liess. Jedoch sind Greeff's Angaben, bezüglich dieser Verhältnisse, so bestimmt gehalten und auf den Abbildungen seiner vermeintlichen Centralkapsel tritt die Axenfädenstrahlung so deutlich hervor, dass eine nochmalige genaue Aufklärung dieses Punktes durch erneute, exakte Beobachtungen sehr zu wünschen wäre.

Wie an den feinen Pseudopodien der Rhizopoden tritt auch an denen der Heliozoën die sogen. Körnchenströmung mehr oder weniger deutlich hervor. Da wir über das Wesen und die Erscheinung dieses Strömungsprocesses schon früherhin, bei Gelegenheit der Rhizopoda, genaueres mitgetheilt haben, so können wir uns hier auf einige wenige Bemerkungen rücksichtlich dieses Phänomens im Heliozoënorganismus beschränken. Was zunächst den Körnchenreichthum der Pseudopodien oder der sogen. Rindenschicht der höher differenzirten Pseudopodien angeht, so herrscht in dieser Hinsicht ziemliche Mannigfaltigkeit; ob wirklich dauernd ganz körnchenfreie Pseudopodien anzutreffen sind, wie sie Archer z. B. bei Raphidiophrys viridis und dieser wie Hertwig und Lesser bei Pompholyxophrys beschreiben, scheint mir fraglich. Im Allgemeinen ist die, von Claparède bei Actinophrys zuerst aufgefundene, Körnchenströmung bei den Heliozoën langsam, so namentlich bei Actinophrys und Actinosphaerium, jedoch finden sich auch Formen mit relativ ziemlich lebhafter Strömung. So soll sie bei Acanthocystis beträchtlich lebhafter sein wie bei Actinophrys, und weiterhin finden sich auch einige, wiewohl bis jetzt nicht ausreichend bekannte Formen, welche sich durch sehr lebhafte Bewegungen der Pseudopodienkörnchen auszeichnen, wie Greeff solche bei seinem Chondropus und Astrococcus beobachtet hat. Recht energisch scheint sich ferner die Körnchenbewegung bei gewissen Vampyrellen (V. lateritia Frs. = Spyrogyrae Cienk.) zu vollziehen, da hier nach Cienkowsky's Schilderung, welche Hertwig und Lesser bestätigten, die Körnchen stossweise in die Pseudopodien hineingeworfen werden und sich ebenso rasch wieder zurückziehen. Dagegen treffen wir auch eine andere Form derselben Gattung (V. pendula Cienk.), welcher die Körnchenbewegung ganz abgeht.

Schon bei früherer Gelegenheit wurde hervorgehoben, dass sich auch bei den Heliozoën, wenngleich nicht häufig, Anastomosen und Verschmelzungen benachbarter Pseudopodien zeigen, die aber kaum jemals zur Bildung eines wahren Pseudopodiennetzes Veranlassung geben. Die

Neigung zur Bildung solcher Verschmelzungen hängt bei den Heliozoën wohl hauptsächlich von zwei Faktoren ab, nämlich einmal, bei der strahligen Anordnung der Pseudopodien, von einer ziemlich dichten Stellung derselben, wodurch die Möglichkeit gegeben wird, dass benachbarte bei geringer Lageveränderung in Berührung gerathen, weiterhin jedoch auch von einer gewissen, natürlichen Disposition des Plasmas zur Verschmelzung. Gelegentliche Zusammenneigung und Verschmelzung einiger benachbarter Pseudopodien sind daher bei Formen mit ziemlich dicht gestellten Scheinfüsschen gerade keine Seltenheit; so wird derartiges berichtet von Actinophrys und Actinosphaerium, in reicherer Ausbildung noch von Clathrulina und zuweilen auch Actinolophus.

Im Anschluss an die Besprechung der Pseudopodienverhältnisse dürften weiterhin die Bewegungserscheinungen des Gesammtkörpers unserer Organismen, soweit dieselben bis jetzt der Erforschung zugänglich gewesen sind, und ebenso die Vorgänge bei der Nahrungsaufnahme, welche ja, wie zu erwarten, aufs innigste mit dem Verhalten der Pseudopodien in Zusammenhang stehen, hier zur Sprache gebracht werden.

Ein Theil der Heliozoa schliesst sich, bezüglich der Bewegungserscheinungen, noch ziemlich innig an die amöbenartigen Formen der Rhizopoda an; es sind dies, wie schon aus früheren Schilderungen zur Genüge hervorging, eben diejenigen einfachsten Formen, welche nach ihrem ganzen Verhalten gewissermaassen Uebergangsstufen von den einfacheren Rhizopoden zu den Heliozoën darstellen. In solcher Weise verhalten sich Arachnula, Vampyrella, Nuclearia und Monobia, die eine mehr oder weniger energische, amöboide Kriechbewegung ihres Gesammtkörpers zeigen, ohne dass jedoch hierdurch die Bildungsverhältnisse der feinen Pseudopodien merklich beeinträchtigt würden.

Im Gegensatz zu den genannten Formen sind nun die Bewegungserscheinungen der typischen Heliozoën fast durchaus sehr wenig ausgiebig und für gewöhnlich mit keinem oder doch nur einem sehr geringfügigen Gestaltswechsel verbunden. Uebereinstimmend wird von den verschiedenen Beobachtern die Ortsbewegung dieser Formen als sehr langsam beschrieben und nur als seltener Fall hiervon gelegentlich eine Ausnahme notirt, wie sie sich z. B. bei der Gattung Pompholyxophrys Arch. findet, deren Angehörige sich durch relativ sehr energische Ortsbewegung auszeichnen, in Folge deren der Körper „wie eine Kugel über die Unterlage rollt“ (nach der Schilderung von Hertwig und Lesser). Diese langsame Fortbewegung der meisten Heliozoën, welche sowohl beim Ruhen auf einer Unterlage als im schwimmenden Zustand erfolgt, blieb einer ganzen Reihe von Beobachtern, hinsichtlich ihrer Verursachung, unverständlich, so dass zu ihrer Erklärung z. Th. Vorgänge zu Hülfe gezogen wurden, welche wohl kaum in einem näheren Zusammenhang mit diesen Bewegungsvorgängen stehen. So glaubte Stein sich die Bewegungen des Actinosphaeriums durch die heftigen Contractionen der con-

tractilen Vacuole erklären zu können*). Dagegen haben andere Forscher, so hauptsächlich Cohn (11), wie Claparède und Lachmann, die in Rede stehende Fortbewegung auf einer Unterlage durch die Pseudopodien bewerkstelligen lassen, die sich anheftend und verkürzend den Körper weiter ziehen, ein Erklärungsversuch, der mir natürlicher erscheint. Aehnlich sprechen sich auch Hertwig und Lesser aus, wenn auch ihre Darstellung keineswegs ganz verständlich erscheint; nach ihnen „balancirt die Heliozoë auf der Spitze der Pseudopodien und bewegt sich mit Hülfe der Contractionen (?) derselben wie eine Kugel rotirend vorwärts."

Schwieriger noch wie die Erklärung der Fortbewegung auf einer Unterlage gestaltet sich die der freien Schwimmbewegungen, welche hauptsächlich bei Actinophrys und Actinosphaerium genauer untersucht worden sind. Diese Schwimmbewegungen vollziehen sich zunächst wieder in verschiedener Weise, einmal durch Aufsteigen und Niedersinken, weiterhin jedoch auch durch seitliche Ortsveränderungen im schwimmenden Zustand. Der erstgenannte Bewegungsvorgang wurde schon im vorigen Jahrhundert von Pastor Eichhorn bei Actinosphaerium beobachtet und wahrscheinlich z. Th. auch richtig erklärt (4). Es scheint wenigstens nach den neueren Untersuchungen von Brandt (45), dass Eichhorn und ähnlich späterhin Kölliker und Perty insofern das Richtige getroffen haben, als sie die Herabsenkung schwimmender Thiere durch Zusammenziehung, also Volumsverminderung, ihres Leibes erklärten. Dass zwar das Actinosphaerium eine Hohlkugel darstelle, wie sich Eichhorn dachte, haben die späteren Forschungen nicht bestätigt und ebensowenig wird sich das Aufsteigen der Thiere im Wasser durch eine Ausdehnung des Körpers erklären lassen, da ja hierbei das specifische Gewicht nicht unter das des Wassers herabsinken kann. Dass jedoch, wie bemerkt, die Senkung thatsächlich auf eine Körpercontraction zurückzuführen ist, hat Brandt zunächst durch die mittels Messung direct constatirte Volumsverminderung erwiesen, andererseits hierfür jedoch auch das veränderte, milchweisse Aussehen der sinkenden Thiere namhaft gemacht, welches gleichfalls eine grössere Dichte derselben anzeigt.

Ueber die Ursachen des Aufsteigens sind dagegen bis jetzt kaum sichere Erfahrungen gemacht worden; zwar wurde von Ehrenberg (6) behauptet, dass dasselbe von einer Luftaufnahme (Actinophrys) herrühre; es liesse sich daher vermuthen, dass hier in gleicher Weise, wie bei gewissen Rhizopoden, eine innere Gasentwickelung als Ursache des Aufsteigens vorhanden sei. Dem gegenüber muss aber hervorgehoben werden, dass bis jetzt von keinem Beobachter eine solche Gasentwickelung bei einem Heliozoon gefunden wurde und Brandt dieselbe für Actinosphaerium ganz entschieden in Abrede stellt. Unter diesen Ver-

*) Ausgeschlossen ist hierdurch natürlich nicht, dass die heftigen Contractionen der pulsirenden Vacuolen bei Actinophrys und Actinosphaerium ruckartige Erschütterungen des Thierkörpers hervorrufen, was Leidy (50) neuerdings wieder mehrfach hervorhob.

hältnissen kam Br. zur Vermuthung, dass die Verringerung des specifischen Gewichtes, welche zur Erklärung des Aufsteigens ja unbedingt erforderlich erscheint, wohl auf die reichliche Auflösung von Gas in der Vacuolenflüssigkeit zurückführbar sei, wodurch gleichfalls das specif. Gewicht des Gesammtkörpers sich vermindere. Letzteres ist jedoch äusserst unwahrscheinlich*). Mir scheint bis jetzt die Möglichkeit, dass auch bei den Heliozoën eine directe Gasentwickelung, ähnlich der gewisser Rhizopoden, die Ursache des Aufsteigens sei, noch nicht hinreichend widerlegt, da ja die Wahrscheinlichkeit solcher Gasausscheidung nicht gering ist, wenn wir uns erinnern, dass z. B. auch gewisse Infusorien nach Engelmann's Beobachtungen zuweilen solche Gasentwickelung erkennen lassen.

Grosse Schwierigkeit bereitet weiterhin die Erklärung der seitlichen Schwimmbewegung gewisser Heliozoën, hauptsächlich des Actinosphaerium. Wenn wir hier absehen von Zuhülfenahme der contractilen Vacuolen zur Erklärung dieser Bewegungsvorgänge, so finden wir bis jetzt nur bei Brandt einen Versuch zur Deutung dieser Erscheinung. Er beobachtete bei den in Drehung und seitlicher Fortbewegung gefundenen Actinosphaerien eine eigenthümliche, abweichende Stellung der Pseudopodien; der grössere Theil derselben war häufig schief nach einer Seite geneigt und zwar stets nach der der Drehungs- und Fortbewegungsrichtung entgegengesetzten. Hauptsächlich stark trat diese Schiefstellung an zwei entgegengesetzten Polen der Kugel hervor, wogegen die Aequatorialstrahlen ihre regelmässig radiäre Anordnung noch zeigten. In dieser Verfassung liess sich die Umdrehung eines Thieres etwa in 12 Minuten verfolgen. Ueber die Ursache der Schiefstellung der Pseudopodien blieb Brandt unsicher, ebenso ob dieselbe die Bewegung veranlasse oder nur von der Bewegungsursache mitbedingt werde. Es scheint nun wohl erklärlich, dass ein derartiges Zusammenneigen der Strahlen nach einer Seite eine Umdrehung des kugligen Körpers durch Verlagerung des Schwerpunktes zu veranlassen im Stande ist, jedoch wird hierbei die Drehungsrichtung — wenn ich anders Brandt recht verstehe — gerade die umgekehrte der beobachteten sein und sich dadurch weiterhin für die Seitenbewegung schwerlich eine plausible Vorstellung gewinnen lassen. Im Gesammten scheint daher bis jetzt das Verständniss dieses Bewegungsvorgangs noch wenig ausreichend.

Die Nahrungsaufnahme der Heliozoa geschieht, wie zu erwarten, hauptsächlich unter Beihülfe der Pseudopodien, jedoch liegen bis jetzt nur spärliche Angaben über die Natur dieses Vorganges vor. Dass die Heliozoa sich durch Aufnahme geformter und z. Th. thierischer, ja unter Umständen recht ansehnlicher Nahrungskörper ernähren, war schon für

*) Einer derartigen Annahme scheinen nämlich die Erfahrungen über das Verhalten der Flüssigkeiten bei der Absorption von Gasen zu widersprechen; wenigstens ist bekannt, dass Wasser durch Sättigung mit Kohlensäure nicht leichter, sondern dichter und schwerer wird. Nach S. von Wroblewski besitzt das mit Kohlensäure gesättigte Wasser (Temp. 9—12°, mittlerer Barometerstand) eine Dichte von 1,0002 (s. Annalen der Physik und Chemie 1877, p. 500).

Actinosphaerium dem alten Eichhorn sehr wohl bekannt und es muss als ein entschiedener Rückschritt bezeichnet werden, wenn Dujardin noch in den dreissiger Jahren die Ernährung der Actinophryen durch Absorption erklären zu müssen glaubte. Wie natürlich, beziehen sich die meisten Angaben über die näheren Vorgänge bei der Nahrungsaufnahme unserer Thiere auf die beiden ansehnlichen und häufigen Formen Actinophrys und Actinosphaerium. Wenn nun auch die Erfahrung, dass diese, sowie die übrigen Heliozoënformen, pflanzliche und thierische Nahrung in reichlicher Menge zu sich nehmen, heutzutage nicht mehr dem geringsten Zweifel unterliegt, so ist doch über die Art und Weise, wie sich unsere Organismen beim Fang und der Aufnahme ihrer Beute verhalten, noch keineswegs allseitige Uebereinstimmung erzielt worden. — Zunächst dürfen wir hier absehen von gelegentlich geäusserten Anschauungen, welche ihre Irrthümlichkeit bald verriethen, so die Steins, der bei Actinosphaerium die contractilen Vacuolen als nahrungsaufnehmende und abscheidende Organe beanspruchen zu dürfen glaubte. Die einfacheren, amöboid beweglichen Formen zeigen in ihrer Ernährungsweise ebenfalls Anklänge an die ihnen noch näher verwandten Rhizopoden, wie solches namentlich von Cienkowsky und Häckel für die Vampyrella nachgewiesen wurde.

Die V. spyrogyrae ernährt sich von dem Zellinhalt der Spyrogyren und zwar legt sie sich, an den Spyrogyrenfäden hinkriechend, an eine Zelle derselben an, ihre Pseudopodien unverändert ausstreckend oder sie einziehend und bohrt nun die Zellwand an, oder löst vielmehr dieselbe an einer gewissen Stelle auf, so dass sie sich, durch dass so entstandene Loch des gesammten Zellinhalts der Spyrogyre zu bemächtigen im Stande ist. Man sieht nun auch sehr bald, wie der gesammte Inhalt der Zelle, Primordialschlauch sammt Chlorophyllband, in die Vampyrella hereingezogen wird (XIII, 11b). In dieser Weise geht die Vampyrella plündernd an dem Spyrogyrafaden weiter, bis sie schliesslich einen, später genauer zu erörternden Ruhezustand annimmt. — In ganz ähnlicher Weise erwirbt sich auch die V. pendula Cienk. ihre Nahrung aus verschiedenen Algen.

Etwas anders dagegen verhalten sich die V. vorax C. und die V. gomphonematis Häck.; die erstere ernährt sich ganz nach Rhizopodenart durch Umfliessen und Aufnahme von Diatomeen, Desmidiaceen und Euglenen, wogegen die letztere auf festsitzenden Gomphonemastöckchen lebt, hier einzelne Zellen umfliesst und sie derart ihrer assimilirbaren Substanzen beraubt (XIII. 13a).

Nicht unähnlich geschieht auch die Ernährung der Nuclearien, über die uns hauptsächlich auch wieder Cienkowsky Mittheilungen gemacht hat. Die Nuclearia delicatula Cienk. scheint sich besonders interessant zu verhalten, indem sie die von den Vampyrellen schon heimgesuchten Conferven noch nachträglich ausplündert. Sie streckt hierbei einen oder einige hyaline Protoplasmafortsätze tief in die Algenzellen hinein; diese Fortsätze lösen sich an ihrem Ende in ein vielfach verzweigtes, ausgedehntes Protoplasmageflecht auf und dieses umfliesst allmählich die noch vorhandenen Reste des Inhalts der Algenzelle, welche durch Zurückziehung der Protoplasmafortsätze dem Nuclearia körper zugeführt werden. Jedoch vermag diese Art auch, wie es für die N. simplex sogar gewöhnlich der Fall zu sein scheint, durch einfaches Umfliessen kleinerer oder grösserer Nahrungskörper sich nach Rhizopodenart zu ernähren.

Wie schon hervorgehoben, besitzen auch bei den typischen Heliozoën die Pseudopodien eine sehr wichtige Bedeutung für die Nahrungsaufnahme und zwar scheinen dieselben vorzugsweise zum eigentlichen Einfangen der Beute, die häufig aus raschbeweglichen Infusorien und sonstigen kleinen Wassertbieren besteht, Verwendung zu finden. Es ist mehrfach

beobachtet worden, dass kleine derartige Thierchen, welche in den Pseudopodienwald einer Actinophrys, Actinosphärie oder Acanthocystide hineingeriethen, oder denselben sogar nur berührten, sehr rasch ihre Bewegungen einstellten und nun in gleich noch näher zu erörternder Weise den Heliozoën zur Beute wurden.

Hieraus haben eine Anzahl Forscher, und wohl nicht ohne Recht, auf eine schnelltödtende oder doch lähmende, giftige Wirkung der Pseudopodien geschlossen, so hauptsächlich Ehrenberg, Weston, Hertwig-Lesser und Leidy. Kölliker dagegen glaubte für Actinosphaerium eine solche Wirkung der Pseudopodien in Abrede stellen zu müssen, wogegen Häckel für Myxastrum das Anhaften der Beute an den Pseudopodien auf eine klebrige Oberflächenbeschaffenheit derselben zurückzuführen sucht.

In welcher Weise sich nun aber auch der lähmende Einfluss der Pseudopodien gewisser Heliozoën auf die mit ihnen in Berührung gerathene Beute geltend machen mag, im Ganzen scheint es sicher, dass die Scheinfüsschen durch einen solchen Einfluss den Fang der Nahrung unterstützen, wenn sie auch nicht gerade wie Fangspiesse wirken, wie Perty (12) seiner Zeit vermuthete, der kleine Infusorien sogar auf den Tentakeln der Actinophryen aufgespiesst beobachtet haben wollte.

Hat sich nun derart ein Heliozoon mittels seiner Pseudopodien eines Nahrungskörpers bemächtigt, so handelt es sich darum, denselben dem eigentlichen Körper zuzuführen und in diesen aufzunehmen, ein Vorgang, der von den verschiedenen Beobachtern nicht immer in übereinstimmender Weise beschrieben worden ist. In manchen Fällen scheint ein einfaches Herabgleiten des Nahrungskörpers an den Pseudopodien, wohl verbunden mit theilweisem Umfliessen desselben durch die Rindenschicht der Scheinfüsschen, stattzufinden, in welcher Art sich z. B. nach H. und L. die Nahrungszufuhr bei Acanthocystis gestalten soll. Ein solches Umfliessen der Nahrung, schon durch die Pseudopodien, wird dadurch noch wahrscheinlicher, dass bei Clathrulina nicht selten grössere Nahrungskörper nicht bis in die Centralmasse des Körpers hineingezogen, sondern an einem Pseudopodium, welches durch Protoplasmazufluss verstärkt wird, ausserhalb der Schale verweilen und hier assimilirt werden.

Anders hingegen soll sich nach den Beobachtungen von Kölliker bei Actinosphaerium und denen Häckels an dem in vieler Hinsicht verwandten Myxastrum die Aufnahme der Nahrung in das eigentliche Körperprotoplasma gestalten. Hier wird der betreffende Nahrungskörper allmählich der Körperoberfläche genähert, indem die ihn umgebenden Pseudopodien sich allseitig über ihm zusammenneigen und ihn dergestalt zur Körperoberfläche hinabdrücken. Im Verlaufe dieses Vorgangs soll sich dann auf der Körperoberfläche, gegenüber dem sich annähernden Bissen, eine grubenartige Einsenkung bilden, in die der aufzunehmende Körper einsinkt und indem die Grube sich hierauf über ihm schliesst, wird derselbe in den Heliozoënkörper selbst aufgenommen. Mit dieser

Schilderung stimmt auch die Beschreibung, welche Wallich von der Nahrungsaufnahme bei Actinosphaerium gibt, ziemlich wohl überein; nach ihm soll sich theils durch Verschmelzung der Pseudopodien, welche die Nahrung gefangen haben, theils in dem Ectosark, dem die Nahrung genähert wird, eine Cavität bilden, in welche die Beute eingeschlossen wird. Zweifelhaft erscheint mir nach seiner Beschreibung nur, ob er diese Cavität sich als eine geschlossene Vacuole vorstellt, in welche die Nahrung, ähnlich wie bei manchen Flagellaten, eingepresst würde, oder ob sie, wie Kölliker es beschreibt, eine ursprünglich offene Grube darstellt, die sich erst später über dem Nahrungskörper schliesst.

Nicht unwesentlich verschieden scheint sich dagegen der Process der Nahrungsaufnahme bei Actinophrys zu gestalten. In ziemlich übereinstimmender Weise wird nämlich von Claparède und Weston beschrieben, dass sich hier von der Körperoberfläche ein ziemlich breiter Fortsatz (der nach Claparède aus einer schleimigen Masse besteht, während Weston ihn als eine zarte Membran beschreibt) dem aufzunehmenden Nahrungskörper entgegen erhebe, welcher Fortsatz den Nahrungskörper überziehe und einschliesse. Beide Forscher stimmen schliesslich auch darin überein, dass sich derartige Fortsätze zuweilen auch ohne Nahrungsaufnahme plötzlich hervorbilden und wieder eingezogen werden und Weston glaubt noch beobachtet zu haben, dass dieselben bei dieser Gelegenheit vor ihrer Zurückziehung eine schleimige Masse entleerten. Auch Lieberkühn konnte diese Art der Nahrungsaufnahme für Actinophrys bestätigen, wogegen Leidy (50) neuerdings die gleiche Art der Nahrungsaufnahme nicht nur Actinophrys, sondern auch Actinosphaerium, Acanthocystis und Raphidiophrys zuschreibt. Gelegentlich sah er bei Actinophrys eine solche Protoplasmamasse von so beträchtlicher Grösse sich entwickeln, dass sie nahezu die Hälfte der Oberfläche des Thierkörpers umgriff.

Diese Schilderungen erinnern sehr an die frühere Angabe Ehrenbergs, welcher den Actinophryen einen zur Nahrungsaufnahme dienenden, vorstülpbaren Rüssel und eine, am gegenüberliegenden Körperpol befindliche Afteröffnung zuschrieb. Es dürfte also sehr wahrscheinlich sein, dass jener von Ehrenberg angegebene Rüssel der bei Actinophrys zur Nahrungsaufnahme sich vorschiebende, breite, pseudopodienartige Fortsatz war, wenn auch die meisten späteren Beobachter diesem vermeintlichen Rüssel eine abweichende Deutung geben zu müssen glaubten; so erklärten ihn Claparède und Stein für die contractile Vacuole, Kölliker hingegen glaubte ihn als ein in Entwicklung begriffenes Pseudopodium deuten zu müssen. Auch den After, welchen Ehrenberg beobachtet zu haben angibt, suchte Stein auf die gewöhnlich vorhandene, zweite contractile Vacuole des Actinosphaerium zu beziehen.

Wie bei zahlreichen Rhizopoden und Protozoën überhaupt, wird auch bei den Heliozoën die dem Körper einverleibte Nahrung meist in sogen. Nahrungsvacuolen eingeschlossen, deren Entstehung ziemlich allgemein

durch Sekretion von Flüssigkeit im Umkreis des aufgenommenen Nahrungskörpers erklärt wird. Damit dürfte jedoch auch für unsere Organismen keineswegs ausgeschlossen sein, dass sie gelegentlich durch gleichzeitig mit dem Bissen eingeschlossenes Wasser erzeugt werden, wie denn auch z. B. Häckel bei Myxastrum ihnen eine derartige Entstehung zuschreibt.

Die aufgenommene Nahrung verweilt bei den Heliozoën mit deutlicher Differenzirung von Ecto- und Entosark fast durchaus in ersterem, und dringt nicht in das feingranulirte Entosark ein. Eine Ausnahme bietet in dieser Hinsicht nur das Actinosphaerium dar, wo die Nahrungskörper stets durch das Ectosark rasch in das Entosark überwandern, sich in letzterem ansammeln und hier der Assimilation unterworfen werden.

Für die Ausstossung der unverdauten Nahrungsreste scheint nirgends (wie dies ja bekanntlich Ehrenberg für die Actinophryen behauptet hatte) eine bestimmte, vorgebildete Stelle oder gar Oeffnung vorhanden zu sein, sondern die Entleerung an einem beliebigen Orte der Körperoberfläche vor sich zu gehen.

4. Skeletbildungen der Heliozoa*).

A. Gallertige Hüllbildungen.

Wie wir schon bei den Rhizopoden, wenngleich verhältnissmässig selten, gallertartige Umhüllungen zu erwähnen hatten, finden wir Aehnliches auch unter den Heliozoa und werden dieser Einrichtung später in viel ausgebreiteter und entwickelterer Weise bei den Radiolaria wieder begegnen. Solche Umhüllungen treten bei den Heliozoa entweder nur vorübergehend, zu gewissen Zeiten, auf oder sind constant vorhanden, müssen sich dann wenigstens schon auf sehr frühen Entwickelungsstadien hervorgebildet haben.

Als Bildungen ersterer Art begegnen wir ihnen bei Nuclearia und Actinolophus, wenigstens lassen sich die bei jenen Formen zuweilen beobachteten, eigenthümlichen Verhältnisse am besten in dieser Weise deuten. Schon Cienkowsky hat bei seiner Nuclearia delicatula zu Zeiten eine ziemlich weit abstehende, aus feinen Körnchen gebildete, blasige Umhüllung beobachtet, welche von den Pseudopodien durchsetzt wurde; späterhin haben dann F. E. Schulze (Heterophrys varians) und Greeff (Heliophrys variabilis**)) diese Erscheinung gleichfalls wieder constatirt und namentlich ersterer dieselbe auf eine gallertartige, ziemlich dicke

*) Cattaneo (51) sucht neuerdings die Ansicht zu entwickeln, dass die Skeletbildungen der Heliozoa als umgebildetes Ectoplasma zu betrachten seien, unser Ectoplasma dagegen als sogen. Mesoplasma, so dass demnach auch die skeletophoren Heliozoën die 3 Plasmazonen besässen, welche Maggi und Cattaneo bei gewissen Rhizopoden nachgewiesen haben wollen (vergl. hierüber oben p. 99 Anmerk.).

**) Beide Formen sind identisch mit der Nuclearia delicatula Cienk.

(bis zu $^1/_3$ des Körperdurchmessers betragende) Umhüllung zurückzuführen versucht, deren äussere Fläche mit sehr kleinen Körnchen dicht besetzt sei, wodurch, bei völliger Durchsichtigkeit der Gallerthülle, der Anschein einer Körnchenblase erzeugt werde (XIV. 1b). Ich hatte mehrfach Gelegenheit, solche umhüllte Nuclearien zu beobachten und kann mich der Schulze'schen Deutung nur anschliessen.

Auch bei Actinolophus fand F. E. Schulze zuweilen die Bildung einer ähnlichen, ganz durchsichtigen Gallerthülle, jedoch bildet dieser Vorgang hier die Einleitung zu einer wahren Encystirung, die späterhin noch Gegenstand unserer Besprechung sein wird, und ähnlich werden wir auch bei Actinosphaerium und Actinophrys den Encystirungsprocess mit der Ausscheidung einer solchen gallertigen Hülle beginnen sehen. Nach letztren Erfahrungen erscheint es nicht unwahrscheinlich, dass auch bei Nuclearia die Entwickelung der Gallerthülle in gleicher Weise mit dem Encystirungsprocess in Zusammenhang stehen dürfte, wenngleich solche umhüllte Nuclearien sich gewöhnlich noch einer recht erheblichen Beweglichkeit erfreuen.

Es gibt nun aber noch eine Anzahl Heliozoën, die sich zeitlebens, soweit bekannt, einer ähnlichen Umhüllung ihres Weichkörpers erfreuen und die daher von Archer zu einer Abtheilung der Chlamydophora zusammengefasst wurden. Als Hauptvertreter dieser Formen ist die Gattung Heterophrys zu erwähnen, an die sich das sogen. Sphaerastrum Greeff's nahe anzuschliessen scheint. Zum Voraus muss jedoch bemerkt werden, dass sich die Ansichten der verschiedenen Forscher über die Natur der gleich näher zu beschreibenden Umhüllung (speciell der Heterophrys) keineswegs in Uebereinstimmung befinden, sondern recht sehr von einander abweichen. Bei den Angehörigen des erwähnten Genus (XV. 2) treffen wir eine ziemlich dicke, von den Pseudopodien durchsetzte Hüllschicht an, deren centrale, der Körperoberfläche genäherte Zone meist ganz hyalin und durchsichtig ist, weiter nach aussen jedoch sehr bald ein eigenthümlich feinpunktirtes und gestricheltes Aussehen annimmt und von deren Oberfläche sich zwischen den Basen der Pseudopodien zahlreiche haar- oder cilienartige Fortsätze, von mehr oder weniger ansehnlicher Länge erheben.

Archer und Greeff glaubten diese Hülle ursprünglich als eine Sarkodeschicht betrachten zu dürfen, gegen welche Ansicht Hertwig und Lesser sich jedenfalls mit Recht ausgesprochen haben. Letztere Beobachter wurden durch ihre Untersuchungen zu der sehr abweichenden Auffassung geführt, dass es sich hier nicht um eine weiche Hüllschicht, sondern um ein Skelet von sehr eigenthümlicher Bildung handle. Dasselbe stellt nach ihnen ein feinverfilztes, spongiöses Netzwerk zartester Nadeln dar, welche sich auf der Oberfläche der Skelethülle frei erheben und so den haarartigen Besatz erzeugen. Nach ihrer Bildung lasse sich diese Skelethülle wohl am ehesten den spongiösen Kieselgerüsten vergleichen, die sich bei gewissen Radiolarien (den Sponguriden Häckel's) vorfinden. Die

Gründe, auf welche sie diese Auffassung stützten, sind hauptsächlich: dass die Hüllschicht eine beträchtliche Cohärenz zeige, speciell nach dem Absterben der Thiere nicht zerfalle und ferner, wenigstens bei Heterophrys spinifera, der Einwirkung concentrirter Mineralsäuren (selbst Schwefelsäure) widerstehe (wogegen bei H. marina Salzsäure den haarartigen Stachelbesatz zum Verschwinden bringt und Eisessig das Skelet sehr durchsichtig macht).

Archer hat sich jedoch nicht mit der Hertwig und Lesser'schen Ansicht befreunden können; er hält auch in neueren Publikationen seine frühere Auffassung mehr oder minder fest, indem er die Umhüllung für weich, mehr oder minder plastisch erklärt, und die haarähnlichen Fortsätze nur für direkte fransenartige Ausläufer der oberflächlichsten Lage dieser Hüllschicht, nicht jedoch für isolirbare Stacheln. In dieser Auffassung der Stacheln wird er namentlich noch durch die Beobachtung, welche er an einer wahrscheinlich mit der H. marina identischen Form gemacht hat, besonders bestärkt, da er die Fortsätze derselben bei Zusatz von Beale'schem Carmin zusammenschmelzen und schwinden sah.

Etwas abweichend stellt sich die jedenfalls homologe Hüllschicht des Sphaerastrum Greeff's (Heterophrys Fockii Arch.) dar (XV. 3a—b). Hier zeigt sich die hyaline, durchsichtige Hülle, welche bei der häufigen Koloniebildung dieser Form eine grössere Zahl von Individuen gemeinsam vereinigt, eigenthümlich wellig gestrichelt. Die äussere Oberfläche der Hüllschicht ist gewöhnlich zackig zerschlitzt und zieht sich namentlich an den Basen der Pseudopodien meist etwas in die Höhe. Ursprünglich fasste Archer auch hier diese Hüllschicht als Sarkode auf, welcher Ansicht sich auch Greeff anschloss, späterhin schien sie ihm dagegen mehr gallertartig, jedenfalls jedoch weich und plastisch. Eine hyaline, structurlose Umhüllungsschicht des Weichkörpers beschrieb Greeff weiterhin noch bei seinem Astrodisculus und Astrococcus, und deutete sie bei der letzteren Form gleichfalls als Sarkodehülle; da jedoch gegen diese Deutung durch spätere Untersuchungen sehr begründete Zweifel erhoben wurden, so werden wir dieser Hüllschicht erst weiter unten, bei den kieseligen Skeletbildungen etwas näher gedenken.

B. Kieselige Skeletbildungen.

Wie wir wissen, zeichnen sich die Heliozoa, im Gegensatz zu den Rhizopoda, hauptsächlich dadurch aus, dass die zum Schutz des Weichkörpers gebildeten, äusserlichen Skelettheile aus Kieselsäure bestehen oder wohl vielmehr durch Verkieselung einer organischen Grundlage hervorgegangen sind*). Im Gegensatz zu den Skeletbildungen der Rhizopoda

*) Von dieser Regel würde nur die eigenthümliche Wagnerella borealis Mereschkowsky's eine Ausnahme bilden, wenn dieselbe, wie nach P. Mayer's Angaben sehr wahrscheinlich, ihre wahre Stellung bei den Heliozoën hat. Dieselbe besitzt nämlich nach Mereschkowsky Skeletnadeln aus kohlensaurem Kalk. Immerhin wird es gerathen sein, genauere Unter-

bieten sich die der Heliozoa fernerhin nur in wenigen Fällen als einheitliche, zusammenhängende Schutzhülle oder Schale dar, sondern bestehen meist aus lose zusammengelagerten, oder doch nur von einem in geringer Menge vorhandenen, protoplasmatischen, zuweilen vielleicht auch gallertigen Bindemittel vereinigten Skeletstücken recht verschiedenartiger Gestalt. Indem sich derartige Skelettheile zu einer kugeligen, der Oberfläche des Weichkörpers mehr oder minder dicht aufgelagerten Hülle zusammengruppiren, wird ein Gehäuse gebildet, das dem eingelagerten Weichkörper mehr oder minder Schutz gewährt und zugleich den Pseudopodien zwischen den zahlreichen Lücken allseitig den Durchtritt gestattet. Nach der verschiedenen Natur dieser Skelethülle, ob lose oder ob aus einem zusammenhängenden Stück gebildet, hat man die hierhergehörigen Heliozoa in zwei systematische Gruppen zerlegt, die Chalarothoraca und die Desmothoraca.

Wir beschäftigen uns hier zunächst mit der ersteren dieser Abtheilungen etwas näher, da sie ohne Zweifel die einfacheren und wohl auch ursprünglicheren Verhältnisse darbietet. — Wie schon erwähnt wurde, sind die Formen der lose zusammengehäuften Skeletelemente dieser Gruppe recht verschieden. Wir treffen hier zunächst bei der Gattung Pompholyxophrys Arch. (Hyalolampe Greeff) minutiöse Kieselkügelchen, die in wenigen oder zahlreicheren Schichten übereinandergelagert, eine kugelige Schalenhülle, von grösserer oder geringerer Dicke formiren (XV. 4). Die Grösse dieser Kügelchen ist, wie gesagt, sehr gering; so beträgt ihr Durchmesser bei der P. exigua H. u. L. nur 0,0006 Mm., wogegen sie bei der P. punicea Arch. 0,001—0,004 erreichen. Dieser Umstand macht es nicht unwahrscheinlich, dass, wie Hertwig und Lesser vermuthen, die von Greeff unter dem Namen Astrodisculus beschriebenen Formen, welche mit einer nahezu hyalinen, wahrscheinlich feinporösen und kieseligen Hülle versehen sein sollen, gleichfalls einen ähnlichen Aufbau des Skeletes zeigen, der nur, wegen der Schwierigkeit der Untersuchung, von Greeff nicht entziffert wurde. Diese Deutung wird noch wahrscheinlicher, wegen der grossen Aehnlichkeit, welche die Astrodisculusformen mit gewissen Pompholyxophryen in ihren übrigen Organisationsverhältnissen verrathen.

An die soeben besprochenen Formen schliessen sich dann zunächst solche an, bei welchen die kugelschalige Skelethülle aus einer einfachen Schicht dicht zusammengelagerter, jedoch lose mit einander vereinigter Kieselplättchen besteht. Bei der hierhergehörigen Pinacocystis H. u. L. (XVI. 4) sind diese Plättchen rund und zu einer geschlossenen Kapsel

---

suchungen bezüglich dieser Form abzuwarten, die namentlich auch darüber Aufschluss zu geben haben, ob die Skeletgebilde derselben wirklich, wie zwar nach Mereschkowsky's Schilderung kaum zu bezweifeln, von dem Thier selbst erzeugt werden, oder möglicherweise nur von Aussen aufgenommene Spicula von Kalkschwämmen sind. Auch dürfte die Unterordnung dieser Form unter die Heliozoa vorerst noch recht fraglich erscheinen, wie im systematischen Abschnitt zu erörtern sein wird.

zusammengelagert; bei der Pinaciophora Grff dagegen (XVI. 5a—c) besitzen sie eine blattartige, beiderseits zugespitzte Gestalt und sollen von zahlreichen feinen Porenkanälen, zum Austritt der Pseudopodien, durchbohrt sein.

Die beiden noch restirenden Gattungen der Chalarothoraca zeichnen sich durch den Besitz verlängerter, nadel- bis stachelartiger Skeletelemente aus. Einfachere Verhältnisse treffen wir bei Raphidiophrys (XVI. 2. 3), hier wird die den ganzen Körper lose umkleidende Skelethülle von zarten Kieselnadeln gebildet, welche entweder mehr gerade oder bis spangenförmig gebogen und beiderseits zugespitzt erscheinen. Die Verbindung dieser losen Nadeln geschieht wohl, wie namentlich F. E. Schulze gezeigt hat, durch eine zarte protoplasmatische Masse, welche von den zwischen den Skeletelementen hindurch tretenden Pseudopodien entspringt. Dagegen glaubt Archer, dass auch hier eine mehr gallertige Masse, wie wir sie im vorhergehenden Abschnitt besprachen, den Zusammenhalt der Skeletnadeln bewirke. Gewöhnlich lagern sich die Nadeln der Raphidiophrys tangential zur Oberfläche des Weichkörpers, zuweilen jedoch erheben sie sich büschelig um die Basen der Pseudopodien, so dass hierdurch die Skelethülle ein strahliges Aussehen erhält. Bei den häufig sich findenden Kolonien umhüllt eine gemeinsame Skeletmasse sämmtliche Individuen (XVI. 3).

Etwas complicirter gestalten sich die Bauverhältnisse des Skeletes bei der Gattung Acanthocystis, wenigstens einem Theil der hierherzurechnenden Formen, bei welchen gleichzeitig verschiedenartige Skeletelemente vorhanden sind. Die typischen, stets vorhandenen Skeletelemente dieser Gattung sind gerade Kieselstacheln (XVI. 6, 7, 8), welche in radialer Richtung der Körperoberfläche aufgesetzt sind und zwar mit einer plättchenartigen Ausbreitung (oder doch einer etwas angeschwollenen Basis, A. Pertyana Arch.) ihres centralen Endes, einem sogen. Basalplättchen. Diese Basalplättchen bilden demnach durch ihre Zusammenlagerung eine losere oder festere Kapsel, ähnlich wie bei Pinacocystis, und von jedem Basalplättchen erhebt sich ein senkrecht aufstehender, mehr oder weniger ansehnlicher Stachel. Die Enden der Stacheln sind entweder einfach zugespitzt oder gabelig gespalten und die grösseren Stacheln der A. turfacea sollen nach Carter, Grenacher und Greeff hohl sein. Diese Form zeigt uns denn auch weiterhin eine complicirtere Bildung des Skeletes durch die gleichzeitige Anwesenheit zweier verschiedener Nadelformen: die einen kurz und dünn und am Ende länger gegabelt (XVI. 8, st[1]), die andern länger und dicker und am Ende kurz gegabelt (XVI. 8, st). Nach Archer und Greeff soll sich jedoch bei unserer Form sogar noch eine dritte Art von Skeletelementen finden, nämlich tangential zur Oberfläche, zwischen die Basalplättchen eingelagerte spindelförmige, leicht gekrümmte Stäbchen*). Eine ähnliche Einrichtung

*) Leidy (50) schreibt der Acanthocystis turfacea noch eine dicke äussere Umhüllung von durchsichtigem Plasma zu, die sich hauptsächlich durch ihre dichte Bedeckung mit

würde sich dann auch noch bei der A. aculeata H. u. L. finden (XVI. 7a—b), wo zwischen die Basalplättchen der gewöhnlichen Stacheln sich noch tangential zur Oberfläche gelagerte, gekrümmte Stäbchen einschieben, die durch ihre Zwischenlagerung die regelmässige Anordnung der Basalplättchen sehr stören*).

Wenden wir uns nun zu einer kurzen Uebersicht der Skeletverhältnisse der Desmothoraca. Hier tritt uns, soweit bis jetzt die Forschungen reichen, nur ein einziger Typus der Skeletbildung entgegen, der hauptsächlich bei der bestgekannten Gattung Clathrulina genauer studirt worden ist. Wir finden hier eine einheitliche, kugelige Kieselschale, die von zahlreichen, ziemlich ansehnlichen Löchern zum Durchtritt der Pseudopodien durchbohrt wird (XVII. 1a, 1c). Die Löcher sind bald mehr rundlich, bald, bei dichterer Zusammenstellung, mehr polygonal, so dass das sie trennende Kieselgerüst wie ein Maschenwerk erscheint. Diese die Löcher scheidenden Kieselbälkchen scheinen auf ihrer äussern Fläche etwas rinnenförmig ausgehöhlt zu sein (XVII. 1b) und sich bei der Cl. Cienkowskyi nach Mereschkowsky (47) in den Knotenpunkten zwischen den Löchern zu kurzen Dörnchen zu erheben. Im Gegensatz zu sämmtlichen bis jetzt betrachteten Skelettheilen der Heliozoa nimmt das Kieselskelet der Clathrulina elegans im Alter eine mehr oder weniger intensiv braune Färbung an. Ein weiterer bis jetzt noch nicht hervorgehobener Charakter des Clathrulinaskeletes liegt in seiner Befestigung auf einem gleichfalls kieseligen, hohlen Stiel, der sich mit seinem basalen Ende durch kurze, wurzelartige Ausläufer an fremde Gegenstände anheftet.

Nachträglich müssen wir an dieser Stelle noch eines zweiten Beispiels der Stielbildung und Befestigung bei den Heliozoën gedenken. Es bietet dies der Actinolophus F. E. Schulze's dar, der ohne eigentliches Skelet des Weichkörpers auf einem ziemlich langen, wahrscheinlich gleichfalls röhrenförmig hohlen Stiel aufgewachsen ist (XIV. 6a—b). Kieselig scheint die Wand des Stieles hier nicht zu sein, sondern chitinös. Durch

---

feinsten, linearen Partikelchen bemerkbar machen soll und gewöhnlich die kleineren Radiärstacheln völlig einschliesse. Wenn es sich hier nicht etwa um ein plasmatisches Verbindungsgerüste der Stacheln handelt, wie es oben nach Schulze für Raphidiophrys erwähnt wurde, so erinnerte mich dieser äussere Mantel namentlich an eine Gallertlage. Auch Clathrulina soll nach Leidy im jugendlichen Zustand einen dicken derartigen Mantel aufweisen, der von den Pseudopodien durchsetzt wird.

*) Nach der morphologischen Entwickelung ihres Skeletes würde sich hier auch die noch zweifelhafte Wagnerella borealis anschliessen. Der kugelige, auf einem Stiel befestigte Körper derselben besitzt nämlich nach Mereschkowsky ein Skelet, das von zweierlei verschiedenen Arten von Kalknadeln gebildet wird. Zunächst kleineren, kurzen, bogenartig gekrümmten Nadeln, die der Körperoberfläche tangential dicht aufliegen und in eine organische Hullhaut eingelagert sein sollen und weiterhin lange, sehr feine und beiderseits zugespitzte, gerade bis unregelmässig wellig gekrümmte Nadeln, die radial von der Körperoberfläche sich erheben und nur mit ihrem proximalen Ende in die organische Hullhaut eingepflanzt sind. Hinsichtlich dieser Skeletgebilde der Wagnerella müssen wir jedoch nochmals an die schon früher (p. 298 Anmerkung) betonten, noch nicht gelösten Zweifel erinnern.

die helle Binnenmasse des Stiels sieht man einige zarte, parallele Längslinien ziehen, die sich zuweilen sogar bis in den Sarkodekörper des Actinolophus verfolgen lassen. Es scheint daher nicht unmöglich, dass diese Längslinien den optischen Ausdruck einiger zarter, pseudopodienartiger, den Stiel durchziehender Fortsätze des Thierkörpers darstellen*).

Aehnliche Skeletbildungen, wie sie Clathrulina aufweist; finden wir noch bei einigen weiteren Formen; hierher gehört zunächst die sogen. Hedriocystis H. u. L. (XVII. 2); diese kleine Form hat eine ovale bis rundliche Schale, welche wie die von Clathrulina auf einem hohlen Stiel befestigt ist; sie wird von zahlreichen Löchern zum Durchtritt der Pseudopodien durchbrochen und diese Löcher stehen auf hervorragenden Buckeln, scheinen auch kleiner und weiter von einander getrennt zu sein, wie bei Clathrulina**).

Zwei weitere wohl hierhergehörige Formen, Orbulinella Entz und die sehr zweifelhafte Elaster Grimm's, besitzen eine Clathrulina sehr ähnliche kugelige bis ellipsoidische Kieselgitterschale, die jedoch frei, nicht durch einen Stiel befestigt ist. Bei Orbulinella füllt der Weichkörper die Schale nur zum Theil aus und ist ähnlich wie bei Clathrulina im Centrum derselben mit Hülfe der Pseudopodien aufgehängt, wogegen bei Elaster die Schale völlig vom Thierleib erfüllt zu sein scheint.

Wie gelegentlich schon angedeutet wurde, treffen wir bei einer Reihe von Heliozoën die Entwickelung temporärer Skelethüllen während des ruhenden oder encystirten Zustandes, und auch diese Hüllen sind hier vielfach verkieselt. Das Genauere bezüglich derselben wird dann späterhin bei der Besprechung des Encystirungsvorganges mitzutheilen sein.

C. Aus Fremdkörpern aufgebaute Skelethüllen.

Skeletbildungen, wie sie die Ueberschrift dieses Abschnittes bezeichnet, sind bis jetzt nur bei zwei wahrscheinlich zu unserer Gruppe gehörigen Formen beobachtet worden. Die eine derselben ist die marine Lithocolla F. E. Schulze's (XIV. 4), die sich mit einer losen, der Oberfläche des Weichkörpers dicht aufliegenden Hülle aus Sandkörnchen

*) Eine dritte gestielte Heliozoënform wäre nach den Untersuchungen von P. Mayer wahrscheinlich die von Mereschkowsky beschriebene und zu den Kalkschwämmen verwiesene Wagnerella borealis. Dieselbe besitzt einen langen, hohlen, von einer membranösen Wandung (aus organischer Masse) gebildeten Stiel, dessen Basis sich zu einem ziemlich scharf abgesetzten Kegel verbreitert, mittels welchen der Organismus festgeheftet ist. Es ist jedoch dieser Stiel hier kein Ausscheidungsprodukt des Thierkörpers, sondern bildet, wie aus der Angabe Mayers, dass der Kern in der kegelförmigen Stielbasis eingelagert ist, hervorgeht, eine direkte Verlängerung des Thierkörpers. Besonders eigenthümlich erscheint dieser Stiel jedoch noch deshalb, weil in seine Wand zahlreiche kurze und schwach bogenförmig gekrümmte Kalkspicula, wie sie sich auch am eigentlichen Thierkörper finden, in dichter Stellung eingelagert sind. Alle diese Spicula sind regelmässig quer zur Stielaxe geordnet.

**) Die Berechtigung zur Trennung dieser Hedriocystis von der eigentlichen Clathrulina scheint nur sehr gering zu sein.

umkleidet; gewöhnlich sind dieselben so dicht zusammengefügt, dass das umhüllte Wesen einem Sandklümpchen gleicht; zuweilen wurden jedoch auch Formen getroffen, deren Oberfläche nur vereinzelte Sandkörnchen, in einem Fall auch Diatomeenschalen anhafteten oder eigentlich in die Sarkodefläche halb eingesenkt waren. Aehnlich verhält sich auch die Greeff'sche Elaeorhanis, deren kugeliger Körper von einer mehr oder minder zusammenhängenden Hülle aus Sandkörnchen und Diatomeenschalen umkleidet wird (XIV. 5).

5. Fortpflanzungserscheinungen der Heliozoa.

Die Fortpflanzungsverhältnisse der Heliozoa schliessen sich auf das innigste an die der Rhizopoda an, wir treffen hier alle die Modifikationen wieder an, welche dort schon Gegenstand unserer Betrachtung waren: also zunächst die Vermehrung durch einfache Theilung und hieran sich anschliessend häufig auch Koloniebildung, weiterhin die Entwickelung einer grösseren Zahl, durch Theilung oder Sprossung hervorgehender Keime, welche sich zuweilen in Gestalt flagellatenartiger Schwärmer ausbreiten und hierauf erst wieder zur Heliozoëngestalt zurückkehren, schliesslich Encystirungsvorgänge verbunden mit Theilungserscheinungen. Auch hier ist endlich Copulation und Conjugation anzutreffen und steht möglicherweise mit den Vermehrungserscheinungen in einem gewissen, bis jetzt jedoch noch nicht hinreichend sicher ermittelten Zusammenhang.

A. Einfache Theilung im nackten Zustand und Koloniebildung.

Der einfache Zweitheilungsprocess wurde bis jetzt nur bei einer kleinen Zahl von Heliozoën constatirt, vorzugsweise für die, ja auch mit besonderem Fleisse untersuchten Actinophryen. Schon der erste genaue Beobachter des Actinosphaerium, Eichhorn, hat die Vermehrung desselben durch Quertheilung mit aller wünschenswerthen Sicherheit festgestellt. Auch Ehrenberg gibt an, die Selbsttheilung der Actinophryen vielfach beobachtet zu haben und die neueren Beobachter konnten denselben Vorgang meist gleichfalls nachweisen*).

Der äussere Vorgang der Theilung verläuft bei den beiden erwähnten Gattungen ohne irgend welche besonders bemerkenswerthen Erscheinungen; es tritt an dem kugeligen Körper eine äquatoriale Einschnürung auf, die allmählich tiefer und tiefer greift, gleichzeitig rücken die beiden Sprösslinge mehr und mehr auseinander, so dass die sie noch vereinigende Verbindungsbrücke sich mehr und mehr verlängert und verdünnt, bis sie schliesslich einreisst und ihre Reste in die Leiber der beiden Sprösslinge zurückgezogen werden**). Bei Actinosphaerium scheint die Trennung

*) Vergl. haupts. Claparède (13, p. 410), Weston (16), Greeff (27, 35), Brandt (44).

**) Ganz entsprechend verläuft auch der von Aim. Schneider bei der Monobia confluens beobachtete Zweitheilungsprocess, wovon unten bei der Koloniebildung noch mehr zu berichten ist.

stets vollständig zu erfolgen, wogegen bei Actinophrys der Theilungsvorgang vielleicht zuweilen nicht völlig bis zu Ende geführt wird, wodurch dann Kolonien entstehen können, denen wir im Verlaufe dieser Darstellung noch unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden haben.

Bezüglich der Theilungserscheinung des Actinosphaerium dürfte hier noch auf einige Besonderheiten aufmerksam gemacht werden. In der Beschreibung, welche Eichhorn von dem Theilungsvorgang entwirft, hebt er besonders hervor (und gibt auch eine entsprechende Abbildung), dass bei den zur Theilung sich anschickenden Thieren, schon im noch kugelförmigen Zustand, die künftige Theilungsgrenze sich deutlich als eine dunkle Linie markire. Bei den späteren Beobachtern finde ich ein solches Verhalten nicht erwähnt; jedenfalls verdiente jedoch diese bestimmte Angabe Eichhorns bei einer nochmaligen Prüfung einige Berücksichtigung. Eine weitere Eigenthümlichkeit im Theilungsvorgang dieser Gattung hat Greeff (35) angeführt. Bei Störung des Theilungsprocesses sollen sich nämlich die noch zusammenhängenden Sprösslinge wieder durch Verschmelzung vereinigen, eine Beobachtung, welche auch Wallich (19 a) von der gleichen Form berichtet. Bei Actinophrys soll sich nach Greeff dieses Verhalten nicht zeigen. So interessant dieser Wiederverschmelzungsprocess des in Theilung begriffenen Actinosphaerium auch erscheint, so kann derselbe doch das später zu erwähnende Vorkommen wirklicher Copulation nicht zweifelhaft machen, wie dies Greeff seiner Zeit darzustellen suchte.

Leider ist jedoch bis jetzt über die inneren Vorgänge bei der Theilung so gut wie nichts bekannt und namentlich durchaus zweifelhaft, wie sich hierbei der eine Kern der Actinophrys oder die zahlreichen des Actinosphaerium verhalten.

Von der Theilung der übrigen Heliozoa ist bis zur Stunde nur wenig bekannt, hauptsächlich bei den Desmothoraca ist hierüber noch einiges ermittelt worden. So hat schon Cienkowsky die einfache Theilung der Clathrulina innerhalb der kieseligen Gitterschale constatirt; das betreffende Thier theilt sich hierbei, wie die Actinophryen, ohne die Pseudopodien einzuziehen. Nach einiger Zeit jedoch werden die Pseudopodien retrahirt, die beiden Sprösslinge ziehen sich kugelig zusammen und verlassen schliesslich die Schale. Nachdem sie sich hierauf, nach Wiederentwicklung der Pseudopodien, eine Zeit lang in einem actinophrysartigen Zustand umherbewegt haben, siedeln sie sich wieder an einem passenden Platz an, scheiden zunächst einen neuen Stiel aus und bilden hierauf auch wieder eine neue Schale. Nach den Beobachtungen Greeff's scheint es, dass zuweilen auch nur der eine der Theilsprösslinge die Mutterschale verlässt, während der andere dieselbe weiter bewohnt. Auch bei der naheverwandten Hedriocystis konnten Hertwig und Lesser häufig Zweitheilung in der Schale beobachten, ja sie sahen sogar ein noch schalenloses, junges Thier sich quer zur Stielaxe theilen. So wahrscheinlich nun auch die weitere Verbreitung der Fortpflanzung durch einfache Theilung bei den beschalten Heliozoën erscheint, so sind doch bis jetzt hierüber nur sehr wenige gesicherte Beobachtungen vorhanden. Greeff (33) und Hertwig (43) haben die Theilung der Acanthocystis turfacea mehrfach verfolgt, die in der gewöhnlichen Weise verlief. Das in ovale Gestalt übergegangene Thier nahm eine Bisquitform an und schnürte sich allmählich völlig durch. Die lose Skelethülle vermag hierbei natürlich

den Gestaltsveränderungen zu folgen*). Bei Pompholyxophrys punicea Arch. beobachteten schliesslich Hertwig und Lesser mehrere Male bisquitförmige Einschnürung des Körpers, die bei einem zweikernigen Exemplar nahezu bis zu völliger Trennung führte. Hierauf erfolgte jedoch Wiedervereinigung der Theilhälften, wie es ja in ähnlicher Weise auch bei Actinosphaerium gelegentlich beobachtet wurde.

Dass es verhältnissmässig leicht gelingt, das relativ grosse Actinosphaerium durch künstliche Theilung (Zerschneidung) zu vermehren, war schon Eichhorn im vorigen Jahrhundert bekannt und wurde von Häckel wie Greeff (27) neu bestätigt. Auch für Myxastrum gelang es Häckel, in dieser Weise künstliche Vermehrung zu erzielen.

Wir reihen hier an die Besprechung des Theilungsprocesses gleich die Betrachtung der Koloniebildung in ähnlicher Weise an, wie wir das bei den Rhizopoden thaten, ohne jedoch damit auch aussprechen zu wollen, dass die kolonialen Verbände der Heliozoa stets das Erzeugniss fortgesetzter, einfacher Theilung seien, da gerade bei einem unserer Thiere die Entstehung solcher Kolonien durch Zusammentritt ursprünglich getrennter Individuen sicher erwiesen ist. Eben bei der Form, welche dieses Verhalten zeigt (Actinophrys sol), sind auch am frühesten solche koloniale Verbände beobachtet worden. Schon Ehrenberg hatte derartige Individuenverbände beobachtet, jedoch irrthümlicherweise für eine besondere Art (A. difformis) gehalten. Später haben namentlich Perty, Cohn, Stein, Lieberkühn, Weston, Carter, Claparède und zahlreiche andere Forscher sich mit der Untersuchung dieser Erscheinung beschäftigt. Die Zahl der zu einem Verbande vereinigten Individuen ist hier eine sehr verschiedene; es sind gelegentlich bis zu 9 Einzelthiere in der gleich zu schildernden Weise vereinigt gesehen worden. Wenn einerseits der vielfach constatirte Hervorgang dieser Verbände, durch Vereinigung ursprünglich getrennter Individuen, der ganzen Erscheinung schon grosse Aehnlichkeit mit der Conjugation verleiht, so wird dieselbe dadurch noch erhöht, dass die Verbindung der Einzelindividuen eine sehr innige ist (XIV. 7 b). Breite, hyaline Protoplasmabrücken verbinden dieselben so innig untereinander, dass die den einzelnen Individuen angehörigen Protoplasmapartien sich häufig ziemlich schwierig abgrenzen lassen und der ganze Verband einem Haufen zusammengeballter Kletten gleicht. Durch den Nachweis eines Kernes in jedem der Individuen lässt sich dennoch die Natur des Verbandes sicher eruiren. Besondere Eigenthümlichkeiten zeigten z. Th. noch die breiten Protoplasmabrücken, welche in der erwähnten Weise die Individuen vereinigen. In denselben bemerkt man nämlich einmal häufig ansehnliche Flüssigkeitsvacuolen (XIV. 7 b, v) und andererseits grosse Nahrungskörper (7 b, N),

*) Aus der Zweikernigkeit der Individuen allein darf jedoch nicht ohne weiteres auf bevorstehende Theilung geschlossen werden, da ja die Bedeutung der Mehrkernigkeit noch keineswegs sicher ist.

die, wie es scheint, von den vereinigten Thieren aufgenommen werden*). Solche Nahrungskörper wurden sogar einst von Cohn für besondere Keime gehalten, welche sich in Folge der Conjugation bildeten. — Bis jetzt hat sich jedoch eine Beziehung dieser Vereinigungsvorgänge der Actinophrys sol zu Fortpflanzungserscheinungen nicht constatiren lassen und die von Cienkowsky ausgesprochene Ansicht: dass die Conjugations- und Copulationserscheinungen zahlreicher Protozoa in keiner directen Beziehung zur Fortpflanzung stünden, sondern eine Erleichterung der Ernährung, speciell wohl der Nahrungsaufnahme, bezweckten, dürfte gerade für die Vereinigungszustände unserer Form, mit Rücksicht auf das erwähnte, gewöhnliche Vorkommen grosser Nahrungskörper, eine gewisse Berechtigung besitzen. Auch Hertwig und Lesser schliessen sich, speciell für Actinophrys, der Cienkowsky'schen Ansicht an.

Nach den zahlreichen Beobachtungen, die über das thatsächliche Hervorgehen der Actinophrysgruppen durch Verschmelzung von Einzelindividuen angestellt worden sind, darf dieser Vorgang ohne Zweifel als die gewöhnliche Entstehungsweise derselben bezeichnet werden. Ob sich daneben derartige Verbände auch noch durch unvollständige Theilung zu bilden vermögen, erscheint fraglich, wenngleich Greeff diese Ansicht vertrat und die Verschmelzungserscheinungen leugnete. Sehr häufig hat man Gelegenheit, die Wiedertrennung der Gruppenverbände der Actinophrys zu beobachten und zwar kann sich hierbei die Gruppe in Einzelindividuen auflösen, oder, wenn sehr individuenreiche Verbände vorliegen, können diese zunächst wieder in Untergruppen zerlegt werden.

Bei den übrigen Heliozoën begegnen wir der Koloniebildung bei der nackten Monobia und den skeletführenden Gattungen Raphidiophrys und Sphaerastrum. Die kolonialen Verbände erscheinen bei diesen 3 Gattungen von sehr übereinstimmender Bildung (XIV. 3, XV. 3a, XVI. 3). Die in sehr verschiedener Zahl zur Bildung solcher Kolonien zusammengetretenen Individuen — die höchstbeobachtete Zahl betraf die Raphidiophrys elegans H. u. L., von der Leidy**) einst nicht weniger wie 38 Individuen in einer Kolonie vereinigt fand — behalten ihre regelmässig kugelige Gestalt bei. Ihre Vereinigung unter einander ist weit lockerer als dies bei den Kolonien der Actinophrys zu verzeichnen war, indem die Einzelindividuen in mehr oder weniger beträchtlichen Abständen von einander verbleiben und nur durch ziemlich schmale Protoplasmabrücken unter einander in organischer Verbindung stehen. In dieser Art steht dann gewöhnlich ein Individuum gleichzeitig mit mehreren benachbarten in Verbindung, jedoch kann natürlich, nament-

*) Lieberkühn (34) beobachtete die Nahrungsaufnahme bei einer solchen, aus Vereinigung zweier Individuen hervorgegangenen Gruppe und sah hierbei von jedem der Individuen einen diaphanen, ziemlich starken Fortsatz sich entwickeln, welche Fortsätze zusammen den aufzunehmenden Nahrungskörper (ein kleines Glaucoma) umhüllten und in die gemeinsame Körpersubstanz zurückzogen.

**) Proceed. Acad. Philad. 1874. p. 219 u. Nr. 50.

lich bei individuenarmen, kleinen Kolonien, auch nur je eine solche Plasmabrücke sich zwischen einem Individuum und seinem nächsten Nachbar ausspannen. Speciell bei der Monobia confluens wurde beobachtet (49), dass die gegenseitige Anordnung der Individuen der Kolonie eine sehr wechselnde ist, und dass mit diesem Wechsel der Gruppirung sich auch die Verbindungsbrücken zwischen den Mitgliedern der Kolonie vielfach verändern. Neue bilden sich durch eintretende Verschmelzung zwischen zwei Pseudopodien benachbarter Individuen und durch Plasmazufluss zur Verstärkung dieser ursprünglich sehr zarten Brücken; dagegen verschwinden alte Brücken durch Zerreissen und Zurückziehung. In dieser Art bieten denn auch die Kolonien der Monobia ein stets wechselndes Aussehen dar. Eine ähnliche Veränderlichkeit im Aufbau der Kolonien hat Leidy (50) auch bei Raphidiophrys gefunden. Das Verhalten der Skelethülle ist bei den beiden koloniebildenden Skeletophora eigenthümlich. Die Skelethüllen der Einzelthiere sind zu einer gemeinsamen Hülle für die ganze Kolonie verschmolzen. Es zeigt diese gemeinsame Skelethülle daher, je nach der Zusammengruppirung der Individuen, eine etwas wechselnde und meist ziemlich unregelmässige Gestaltung, jedoch bei beiden Gattungen das Bestreben, sich um die Basen der Pseudopodien zackig zu erheben, noch ausgeprägter, als dies schon bei den Einzelthieren hervortritt. Es scheint natürlich, dass auch die letztgeschilderten Kolonien, wie die der Actinophrys meist keinen dauernden Bestand aufweisen, sondern sich durch Loslösung einzelner Individuen oder auch Individuengruppen verändern, vielleicht zuweilen auch gänzlich zerfallen. So sah z. B. Leidy, dass eine aus 38 Individuen zusammengesetzte Kolonie der Raphidiophrys elegans in 3 Gruppen von je 10, 13 und 15 Individuen zerfiel. Dieselbe Ablösung einzelner Individuen oder Gruppen ist weiterhin namentlich bei Monobia beobachtet worden.

Die Entstehung der soeben geschilderten Kolonien wurde bis jetzt nur bei Monobia verfolgt, wo Schneider ihre Bildung durch fortgesetzte Zweitheilung beobachten konnte. Andererseits erscheint es ihm jedoch möglich, dass auch Vereinigung vorher getrennter Individuen, also ähnlich wie bei Actinophrys, zum Aufbau der Kolonie beitragen könne. Bei Raphidiophrys und Sphaerastrum fehlen, wie bemerkt, Beobachtungen über die Bildungsvorgänge der Kolonien.

B. Fortpflanzung durch Knospung und durch Schwärmerbildung.

Bis jetzt deutet hauptsächlich eine bei Acanthocystis (spinifera H. u. L.) angestellte Beobachtung Hertwigs (43) auf die Existenz einer sich nach Art der Knospung repräsentirenden Fortpflanzungsweise hin. Hier fand sich ein Exemplar, welches in einer kugeligen Ausbuchtung seiner Skelethülle einen protoplasmatischen, anscheinend kernlosen Körper einschloss, der in seinem Durchmesser nur wenig hinter dem kernhaltigen und pseudopodienaussendenden Thierkörper zurückblieb. Die Ausbuchtung der Skelethülle, welche den

erwähnten Körper umschloss, bestand vorzugsweise aus den früher erwähnten, tangential gelagerten Stäbchen, und der von ihr eingeschlossene Protoplasmakörper entsandte keine Pseudopodien. Fortgesetzte Beobachtung lehrte, dass der erwähnte Körper sich allmählich nahezu völlig von der Acanthocystis isolirte, indem der ihn umgebende Theil der Skelethülle sich kugelig um ihn abschloss und nur noch durch einige zwischengeschobene Skeletstäbchen mit dem Mutterthier in Verbindung blieb. Nun aber trat nach einiger Zeit ein Zerfall des in der so gebildeten Brutkapsel eingeschlossenen Protoplasmakörpers ein, wodurch dieser in 6 Theilstücke zerlegt wurde. Diese Theilstücke verliessen nach einander allmählich die Skelethülle der Brutkapsel an einer bestimmten Stelle und entwickelten sich im Freien, durch Bildung zahlreicher spitzer, langer Pseudopodien zu actinophrysartigen, lebhaft beweglichen Körpern. Wahrscheinlich besassen dieselben auch schon einige contractile Vacuolen und einen Kern. Leider glückte jedoch bis jetzt die weitere Verfolgung derselben nicht. Nach Abstossung der entleerten Brutkapsel bildete das Mutterthier eine neue, deren Entstehung nicht genauer verfolgt wurde, die jedoch, wie mir scheint, nicht wohl anders als durch Abschnürung eines Theils des Protoplasmaleibes, sammt entsprechender Skelethülle gebildet werden konnte.

Dass wir hier einen echten, zwar etwas eigenthümlich verlaufenden Fortpflanzungsakt der Acanthocystis vor uns haben, erscheint mir nicht fraglich und ich habe ihn an dieser Stelle erörtert, da er durch die Bildung zahlreicher kleiner Sprösslinge sich den Knospungserscheinungen bis zu gewissem Grade anzuschliessen scheint. Auch bei der Acanthocystis viridis Ehbg. gelang es neuerdings Korotneff*) denselben Fortpflanzungsprocess zu beobachten. Unter der Skelethülle fand sich hier eine kleine, vom Mutterleib schon völlig losgelöste Knospe mit Nucleus und contractiler Vacuole, die bald aus der Skelethülle hervortrat und sich zu einem kleinen, actinophrysartigen Wesen umgestaltete.

Noch mehr nähert sich jedoch der bei der erstgenannten Form gleichfalls von Hertwig beschriebene weitere Fortpflanzungsmodus den eigentlichen Knospungserscheinungen und speciell der von uns bei den Rhizopoden besprochenen Knospungserscheinung der Arcella. Aus letzterem Grunde glaube ich denn, dass wohl auch dieser Vorgang mit grosser Wahrscheinlichkeit als wirklicher Fortpflanzungsakt beansprucht werden darf und dass eine Täuschung durch Entwickelung einer parasitischen Protozoë — welche Hertwig nach den zahlreichen Irrthümern, die auf dem Gebiet der Protozoënfortpflanzung durch solche parasitische Eindringlinge hervorgerufen wurden, nicht für ausgeschlossen hält — in unserem Fall wohl nicht zu befürchten ist.

Die hier erwähnte Fortpflanzungsart ist kurz folgende. Unterhalb der Skelethülle der Acanthocystis beobachtete man zuweilen bis zu 6 proto-

*) Korotneff, Études sur les Rhizopodes. Arch. zoolog. expérim. VIII.

plasmatische, kernhaltige, rundliche Körper, welche der Oberfläche des Weichkörpers dicht auflagen oder sogar wie in einem Ausschnitt desselben eingebettet waren und ca. $^1/_4$—$^1/_3$ des Durchmessers der Acanthocystis besassen (XVI. 7b). Nach dem häufig zu beobachtenden Austritt derselben aus der Schale gingen sie meist keine weiteren Veränderungen ein, nur einige Male konnte die Entwickelung zweier Geisseln an einem Körperende constatirt werden (XVI. 7c), welche jedoch so schwach arbeiteten, dass sie den Körper nur hin- und herrollten, ohne ihn wirklich fortzubewegen. Eine Weiterbildung zu actinophrysartigen Gebilden liess sich nicht nachweisen. Das häufige Auftreten solcher Körper, sowie die anscheinend volle Lebensthätigkeit, welche die sie entwickelnden Acanthocystiden zeigten, macht es, wie oben schon bemerkt, wahrscheinlich, dass wir es wirklich mit einem Fortpflanzungsvorgang zu thun haben*).

Das Auftreten von Schwärmsprösslingen im Entwickelungsgang eines Heliozoën ist weiterhin von Cienkowsky, Greeff, sowie Hertwig und Lesser bei Clathrulina mit Sicherheit constatirt worden. Hier verläuft dieser Process sogar in zweierlei verschiedener Weise. Die eine Art der Schwärmerbildung vollzieht sich durch Vermittelung eines Encystirungsprocesses und wird daher besser erst späterhin, bei der Besprechung der Encystirungsvorgänge, betrachtet werden. Die zweite Art der Schwärmerentwickelung wurde bei Clathrulinen beobachtet, deren Weichkörper innerhalb der Schale, wahrscheinlich durch fortgesetzte Zweitheilung, in 3 Theilstücke, zwei kleinere und ein grösseres, zerfallen war. Von diesen 3 Theilstücken verliessen die beiden kleineren die Schale und bildeten sich zu einem zweigeisseligen, ovalen Schwärmer, mit Kern und einigen contractilen Vacuolen am Hinterende um (XVII. 1d). Nach verhältnissmässig nur kurzer Umherbewegung (ca. $^1/_2$ Stunde) hefteten sich die Schwärmer fest und entwickelten Pseudopodien. Gleichzeitig bildete sich auch der Stiel aus, als ein protoplasmatischer Fortsatz, der sich erst nachträglich mit einer die Stielröhre formirenden Skelethülle umkleidete und rasch weiterwuchs (XVII. 1f). Relativ erst spät scheint sich das eigentliche Gitterskelet zu bilden. Ob das in der Schale zurückgebliebene grössere Theilstück noch weiter zerfällt und vielleicht gleichfalls Schwärmer erzeugt, liess sich bis jetzt mit Sicherheit noch nicht entscheiden.

Hiermit dürfte denn auch alles aufgezählt sein, was mit einiger Sicherheit das Auftreten von Schwärmern im Entwickelungsgang der Heliozoën zu erweisen scheint. Es liegen zwar noch eine Anzahl von Beobachtungen vor, die Schwärmerbildung bei gewissen Formen nachgewiesen haben wollen, jedoch scheinen dieselben durchaus nicht für die Einreihung der betreffenden Schwärmer in den Entwickelungsgang der Heliozoën beweisend zu sein. Wenn wir hier absehen von gewissen Beobachtungen, welche ganz unsicher erscheinen, wie der Angabe von Waller**): dass Actinophrys sol in Folge der Conjugation Schwärme von Embryonal-

*) Fortpflanzung durch Knospung soll sich nach P. Mayer auch bei der Wagnerella borealis finden, und zwar sollen sich hier acht Knospen entwickeln, nachdem der Kern sich zuvor gleichfalls achtgetheilt hat. Der Kern wandert vor dieser Theilung aus der angeschwollenen Stielbasis in das kugelige Köpfchen, wo seine Theilung erfolgt,

**) Journ. of the Queckett Club II.

keimen entwickele und ausstosse (auch Lang*) berichtet von einer Ausstossung feiner Körperchen bei dieser Form, die er mit der Fortpflanzung in Zusammenhang bringt), so bleiben uns nur einige Beobachtungen von Greeff, Archer und Hertwig zu erwähnen übrig. Greeff (35) sah aus einem abgestorbenen Actinosphaerium zahlreiche kleine Amöben hervorkriechen, die sich nach einiger Zeit zu Schwärmern umbildeten und vermuthete (wohl unter dem directen Einfluss der von Carter über die Fortpflanzung der Rhizopoda geäusserten Ansichten), dass diese Schwärmer, welche er für Embryonen des Actinosphaerium hält, aus den Kernen desselben hervorgegangen seien. Auch Archer**) gibt an, bei Actinosphaerium***) die Bildung zahlreicher, birnförmiger Schwärmer direct aus der Körpersubstanz beobachtet zu haben; dieselben besassen zwei Geisseln von verschiedener Länge; ihr weiteres Schicksal konnte jedoch nicht verfolgt werden. Schliesslich reiht sich dann hier noch eine Beobachtung R. Hertwigs an, der in einer sehr grossen Actinophrys sol zahlreiche sehr kleine, zweigeisselige Schwärmer beobachtete, die schliesslich hervorbrachen und sich zerstreuten. Hertwig selbst sucht diese Beobachtung, wie die Greeffs, auf die Entwickelung eines parasitischen Organismus zurückzuführen, worin ich seiner Meinung nur beizupflichten vermag, wie ich denn dasselbe auch bezüglich der Beobachtung von Archer für sehr wahrscheinlich erachten muss.

Im Anschluss an die Schilderung dieser Vorgänge wäre hier am geeignetsten noch zu erwähnen, dass Cattaneo (51) in neuester Zeit bei der sogen. Acanthocystis flava Greeff eine Bildung von Keimkörnern durch Zerfall des Nucleus beobachtet haben will. Da jedoch ein solcher, an und für sich schon sehr unwahrscheinlicher Fortpflanzungsact durch die Beobachtungen C.'s keineswegs hinreichend sicher erwiesen ist, so unterlassen wir hier eine eingehendere Darstellung dieser Beobachtungen.

C. Fortpflanzungserscheinungen im Gefolge der Encystirung und die Encystirungsvorgänge überhaupt.

Die Encystirung ist bei den Heliozoën, wie bei den Süsswasser protozoën überhaupt, eine sehr verbreitete Erscheinung, für deren allgemeine Beurtheilung hier so ziemlich dasselbe gilt, was bei den Rhizopoden schon angeführt werden durfte. Es vollzieht sich daher auch hier der Encystirungsprocess theils ohne gleichzeitige Vermehrung des umhüllten Weichkörpers, zum Schutz während einer Ruhepause im Leben des Organismus oder zur Abwehr äusserer Fährlichkeiten, theils aber mit Zerfall des encystirten Körpers in eine Anzahl Theilsprösslinge. Auch hier begegnen wir fernerhin einer ziemlichen Verschiedenheit in der Bildung der Cystenhüllen, indem dieselben einmal einfach oder mehrfach vorhanden sein können, weiterhin jedoch auch aus recht verschiedenem Material, sowie morphologisch recht different gebildet sein können. Da sich nun die mit und ohne Vermehrung verlaufenden Encystirungsvorgänge bis jetzt nicht scharf auseinander halten lassen, wahrscheinlich auch in der Natur keine scharfe Grenze zwischen denselben existirt, so besprechen wir dieselben hier gleichzeitig.

Was zunächst das Material, aus welchen die Cystenhüllen aufgebaut sind, betrifft, so besteht dasselbe hier, in Uebereinstimmung mit der aus-

*) Monthly microscop. journ. IV. p. 334.

**) Quart. j. micr. sc. N. s. X. p. 306.

***) Angeblich chlorophyllführende Varietät von Actinophrys sol.

gesprochenen Neigung der Heliozoën zur Kieselsäureabscheidung, sehr häufig aus einer verkieselten organischen Grundmasse, ähnlich wie die Skelettheile. Dies tritt uns sowohl bei skeletführenden wie skeletlosen Formen entgegen, andererseits finden wir jedoch auch Cellulose- und Chitinhüllen bei einigen Formen vor und zuweilen treten zu Beginn des Encystirungsprocesses auch gallertige Umhüllungen auf, wie wir sie schon früher besprochen haben, unter denen jedoch im weiteren Verlauf noch festere Hüllen zur Ausbildung gelangen. Beim Uebergang in den encystirten Zustand werden natürlich zunächst die Pseudopodien eingezogen; zuweilen gehen jedoch auch noch weitere Veränderungen im Weichkörper vor; so Rückbildung und Verschwinden der Vacuolisation des Protoplasmas, Veränderung der Kernverhältnisse etc.

Wir glauben hier einen Ueberblick über die Encystirungsprocesse der Heliozoën am besten in der Weise geben zu können, dass wir die Verhältnisse bei einer Anzahl in dieser Richtung besser bekannter Formen etwas genauer erläutern, und daran einige Bemerkungen hinsichtlich der übrigen knüpfen. Verhältnissmässig genau ist der Encystirungsprocess unter den nackten Formen bei der Gattung Vampyrella durch die Untersuchungen Cienkowsky's (24) bekannt. Hier ist der Verlauf desselben ein etwas variabler, weshalb Cienkowsky zwischen einem sogen. Zell- und einem Ruhezustand unterschied. Der erstere tritt nach reichlicher Nahrungsaufnahme ein und steht mit einem Vermehrungsprocess durch Theilung in Zusammenhang. Die Vampyrella nimmt, nach Einziehung ihrer Pseudopodien, gewöhnlich an einen Confervenfaden angeheftet, eine kugelige bis birnförmige oder auch langgestreckte Gestalt an (je nach den verschiedenen Arten) und scheidet zunächst meist eine zarte, stickstoffhaltige (gallertige?) Hüllhaut aus (sogen. Schleier Cienk.), unter deren Schutz sich der eingeschlossene Weichkörper noch weiter zusammenzieht und nun eine ihn dicht umschliessende Cellulosehaut (Zellhaut, Cienk.) (XIII. 11 c—d, z) ausbildet. Innerhalb dieser erfolgt dann der Zerfall des Körpers in 2 bis 4 Theilstücke (XIII. 11 c—d), unter gleichzeitiger Ausscheidung der unverdauten Nahrungsreste (N). Die Theilstücke verlassen hierauf die Cyste durch eine oder mehrere von ihnen gebildete Oeffnungen (XIII. 11 c—d).

Der sogen. Ruhezustand unterscheidet sich nach Cienkowsky hauptsächlich dadurch von dem eben besprochenen Zellzustand, dass es hierbei noch zur Bildung einer dritten Cystenhülle (sogen. Cystenhaut Cienk., c) innerhalb der sogen. Zellhaut kommt und dass weiterhin keine Theilung des dreifach umhüllten Weichkörpers beobachtet wurde (XIII. 11 e, 12 a). Die Cystenhaut (c) besitzt bei diesen Ruhezuständen zuweilen eine warzige Oberfläche, zuweilen ist auch die Zellhaut mit Stachelchen besetzt. Auch bei diesem Encystirungsvorgang erfolgt innerhalb der Zellhaut eine Ausscheidung der unverdauten Nahrungsreste (N).

Ob die Cienkowsky'sche Unterscheidung zwischen Zell- und Ruhezustand völlig durchführbar sei, wird von Hertwig und Lesser bezweifelt,

die bei der V. Spyrogyrae nur einfach umhüllte Cysten mit oder ohne Vermehrung durch Theilung auffinden konnten. Auch Häckel hat bei seiner V. Gomphonematis (XIII. 13 b) die Bildung einer einfachen, structurlosen Hülle von grosser Dicke beobachtet, die eine mehr chitinartige Natur besass. Der Weichkörper zerfällt in diesen Cysten in 4 Theilstücke (sogen. Tetrasporen), die durch simultane Viertheilung zu entstehen scheinen. Dieselben schlüpfen nach einiger Zeit alle aus einer und derselben Oeffnung aus, welche der erst-hervorbrechende Sprössling, gegenüber der Befestigungsstelle der kugeligen Cyste an dem Ende eines Gomphonemastielchens, erzeugt.

Aehnlich wie Vampyrella verhält sich hinsichtlich der Encystirung auch Nuclearia. Der von Cienkowsky bei N. simplex aufgefundene Ruhezustand wurde auch von mir vielfach beobachtet (XIV. 2 a). Er weist zwei Hüllen auf, eine äussere etwas dünnere (z) und eine innere etwas dickere und auf ihrer Innenfläche schwach warzige (c). Nach Bildung der äusseren Hülle muss sich der Weichkörper unter Ausstossung der Nahrungsreste und Excretkörnchen (N) stark contrahiren, da der Durchmesser der Binnencyste etwa nur die Hälfte des der äusseren Hülle beträgt. Cienkowsky sah nach Austrocknung der Cysten bei der Befeuchtung die Nuclearia wieder ausschlüpfen. Ich beobachtete gelegentlich auch 4 kleine Specialcysten gleichzeitig in der Aussenhülle (XIV. 2 b), woraus ohne Zweifel hervorgeht, dass zuweilen auch Theilung des Weichkörpers in der Aussenhülle mit darauf folgender Bildung von Specialcysten um die Theilprodukte erfolgt.

Eine gewisse Aehnlichkeit mit diesem Verhalten bietet unter den skeletführenden Formen die Clathrulina dar. Hier kann sich der in der Gitterhülle kugelig zusammengeballte Körper mit einer Cystenhülle umkleiden, die nach Greeff, wegen ihrer Resistenz, wahrscheinlich auch aus Kieselsäure gebildet ist und deren Oberfläche von feinen Stachelchen bedeckt ist. Gewöhnlich theilt sich jedoch der Weichkörper zuvor in mehrere Stücke, 2—10, die sich sämmtlich mit einer solchen kugeligen Cystenhülle umkleiden (XVII. 1 c). Erst nach längerer Zeit, nach Verlauf einiger Monate, und wie Cienkowsky vermuthet in der freien Natur wahrscheinlich erst nachdem die Cysten den Winter über geruht haben, tritt aus ihnen ein ovaler Schwärmsprössling hervor. Derselbe verlässt die Gitterschale der Mutter und schwärmt einige Stunden umher, um sich hierauf festzusetzen und sich wie die früher beschriebenen Schwärmsprösslinge zur ausgebildeten Clathrulina zu entwickeln. Bis jetzt ist es nicht möglich gewesen, die Bewegungsorgane dieser Schwärmer mit Sicherheit zu beobachten; Cienkowsky konnte nicht entscheiden, ob derselbe eine oder mehrere Cilien besitze; Greeff gibt einfach an, „dass er vermittelst Wimperbewegung umherschwärme.“ Es dürfte jedoch wohl zu vermuthen sein, dass der Schwärmer dieselben beiden Geisseln besitze, wie der von Hertwig und Lesser beschriebene, da er im übrigen Bau diesem ganz zu entsprechen scheint.

Mit Vermehrungserscheinungen verbundene Encystirungsvorgänge sind ferner noch bei Myxastrum und Actinosphaerium nachgewiesen worden. Besonders eigenthümlich und complicirt gestalten sich diese Vorgänge bei der letzteren Gattung, wiewohl auch das Verhalten von Myxastrum recht interessant und nicht ohne Aehnlichkeit mit dem des Actinosphaerium ist. Nach den Beobachtungen Häckels (30) umhüllt sich das zusammengekugelte Myxastrum mit einer ziemlich resistenten Cystenhülle. Dieselbe ist anfänglich dünn, verdickt sich jedoch bald beträchtlich, durch Zuwachs neuer Schichten (bis zu $^1/_8$ des Cystendurchmessers) und liegt dem Weichkörper dicht auf. Nach einiger Zeit sieht man den Weichkörper in ca. 50 radial geordnete, kegelförmige Protoplasmatheile zerfallen, die sich sämmtlich im Centrum der Kugel berühren und welche wahrscheinlich durch simultanen Zerfall des Plasmakörpers entstanden sind. Diese Theilprodukte nehmen nach einiger Zeit eine spindelförmige Gestalt an und entwickeln sämmtlich eine dünne, kieselige Specialcystenhaut (XIII. 14a). In solcher Verfassung scheint die von Specialcysten (Sporen) erfüllte Cyste längere Zeit zu verweilen, da es Häckel, trotz mehrwöchentlicher Beobachtung, nicht gelang, eine Veränderung derselben wahrzunehmen. Wurde jedoch die Cyste künstlich gesprengt, so dass die Sporen ins Freie traten, so konnte nach einigen Tagen der Austritt des protoplasmatischen Inhalts beobachtet werden. Derselbe vollzog sich durch eine an dem einen Pol der Kieselspindel befindliche Oeffnung, über deren Entstehung oder schon früheres Vorhandensein nichts Sicheres ermittelt werden konnte. Der ausgetretene Sprössling verharrte zunächst einige Zeit im zusammengekugelten Zustand ruhend, um hierauf allmählich allseitig zahlreiche Pseudopodien zu entwickeln (XIII. 14b).

Es dürfte wohl kaum fraglich erscheinen, dass auch der natürliche Entwickelungsgang dieser Myxastrumcysten in ähnlicher Weise verlaufen wird, ohne Zweifel jedoch erst, nachdem eine längere Ruheperiode vorhergegangen ist.

Ueber den Encystirungsprocess des Actinosphaerium haben eine Reihe Forscher Beobachtungen angestellt, die jedoch in manchen Punkten von einander abweichen. Die ersten, jedoch nicht sehr eingehenden Mittheilungen rühren von Cienkowsky (24) her, der den Encystirungsprocess an Actinosphärien verfolgte, welche durch Verschmelzung aus künstlich erzeugten Theilstücken hervorgegangen waren. Schon diese Beobachtung musste es wahrscheinlich machen, dass die Encystirung unserer Form sich hauptsächlich nach vorausgegangener Copulation zeige. In der Folge hat sich jedoch diese Vermuthung nicht allgemein bestätigen lassen, wenn es auch wahrscheinlich ist, dass der Encystirung zuweilen ein solcher Copulationsakt vorausgeht. Wir werden weiter unten die Beobachtungen über die Copulation genauer betrachten und hierbei Gelegenheit haben, diese Frage eingehender zu behandeln. Nach den übereinstimmenden Beobachtungen Cienkowsky's, Ant. Schneider's (36), Greeff's (37), F. E. Schulze's (38, I.) und Brandt's (44) zieht das zur Encystirung

sich anschickende Actinosphaerium seine Pseudopodien ein, scheidet eine ziemlich dicke, geschichtete Gallerthülle um sich ab und bildet die Vacuolisation seines Plasmas allmählich mehr und mehr zurück. Dabei zeigt sich, nach den Erfahrungen Brandts, nach der Einziehung der Pseudopodien, nicht selten für einige Zeit ein eigenthümlicher, amöboider Zustand. Als nächste Veränderung im encystirten Plasmakörper bemerkt man nach Schulze und Brandt eine Abnahme der Zahl der Kerne (nach Schulze von etwa 100 und mehr bis auf 20—30). Ueber die Art und Weise, in welcher sich dieser Process vollzieht, ist jedoch bis jetzt nichts Sicheres bekannt. Entweder können hier Kernverschmelzungen stattfinden, was hauptsächlich Schneider vermuthet und wofür mancherlei Wahrscheinlichkeitsgründe aufgeführt werden könnten (namentlich aber die Beobachtung Brandts, dass die Grösse der Kerne beträchtlicher wird wie früher [ca. 0,014 : 0,027]), oder aber einfacher Untergang (Auflösung, resp. Ausstossung) einer Anzahl von Kernen. Uebrigens lässt Schneider die Kernverminderung durch Verschmelzung nicht schon auf diesem Stadium des Encystirungsprocesses sich vollziehen, sondern erst in den Theilstücken, die, wie gleich zu beschreiben sein wird, durch Zerfall des Plasmakörpers innerhalb der Gallercyste ihre Entstehung nehmen. Es theilt sich nämlich der Plasmakörper in eine, je nach dem Fall, sehr verschiedene Zahl von kugeligen Partien (2—35 nach Brandt) (sogen. Keimkugeln), von welchen jede einen der Kerne einschliesst (XV. 1c). Nach Schulze und Greeff erfolgt dieser Theilungsprocess successive, ganz ähnlich wie eine Furchung; dagegen soll nach Brandt der Zerfall in die definitive Zahl von Kugeln gewöhnlich simultan vor sich gehen*). Während nun Schulze jede dieser Kugeln sich einfach mit einer kieseligen Haut umhüllen lässt, haben dagegen Greeff und Brandt noch weitere eigenthümliche, dieser Umhüllung vorhergehende Processe beobachtet. Greeff berichtet, dass je zwei benachbarte Kugeln mit einander verschmölzen, so dass bei ungerader Zahl derselben eine derselben unverschmolzen zurückbleibe und sich die Zahl der Kugeln derart auf die Hälfte reducire. Etwas anders lauten die Angaben Brandt's. Derselbe sah jede der Kugeln sich mit einer dünnen, membranartigen Hülle umkleiden, sich hierauf innerhalb dieser zweitheilen und nach einiger Zeit die beiden Theilhälften wieder mit einander verschmelzen. Hierauf scheint die membranartige Hülle zu verschwinden. Erst die so entstandenen Plasmakugeln umkleiden sich mit einer kugeligen bis sechseckigen, ziemlich dicken Kieselhülle (XV. 1c, z), welche nach Schneider und Brandt aus kleinen Kieselstückchen zusammengesetzt sein soll, wogegen sie auf Schulze mehr den Eindruck einer „Membran mit Lücken oder dellenartigen Depressionen" machte**).

Der ganze Vorgang bis zur Bildung der Kieselcysten nimmt nach

*) Aehnlich spricht sich auch Greeff aus.

**) Nach Greeff sollen sich um jede Kugel successive 2 Kieselhüllen bilden.

Brandt etwa 2—3 Tage in Anspruch. Die so gebildeten Cysten verharren nun den Winter über auf dem Boden der Gewässer im ruhenden Zustand. Erst im folgenden Frühjahr schlüpfen aus ihnen junge Actinosphärien hervor, die nach Schulze einkernig sind, wogegen Schneider und Brandt übereinstimmend ihre Mehrkernigkeit hervorheben*).

Hiermit hätten wir das Thatsächliche des interessanten Encystirungsprocesses des Actinosphaeriums erschöpft und zur Ergänzung möge nur noch beigefügt werden, dass sich bei sehr kleinen Actinosphärien nach Brandt auch nur eine einfache Kieselcyste bildet, jedoch auch der Bildung dieser eine Zweitheilung und Wiederverschmelzung vorangeht. Gelegentlich tritt auch im Beginn des Encystirungsprocesses eine Zweitheilung der Actinosphärie auf, worauf beide Hälften innerhalb der ursprünglichen Gallertcyste sich mit einer Specialgallerthülle umkleiden, und jede Theilhälfte für sich die weiteren Vorgänge durchschreitet.

Anknüpfend an die ebengeschilderten Vorgänge bei Actinosphaerium erwähnen wir noch kurz die bis jetzt weniger vollständig erkannten Erscheinungen bei Actinophrys, die von Cienkowsky (24) und Lieberkühn**) verfolgt worden sind. Hier verläuft der Process wahrscheinlich sehr ähnlich wie bei Actinosphaerium. Die Ausscheidung einer sehr ansehnlich dicken Gallerthülle und die völlige Rückbildung der Vacuolisation finden sich auch hier. Hierauf bildet sich jedoch nach Cienkowsky eine zarte, sogen. Zellhaut um das von Gallerte umhüllte Thier, und dessen centrale Partie verdichtet sich zu einer dunklen, kugeligen Masse. Diese dunklere Binnenmasse soll sich nun allein zweitheilen, was mir jedoch wenig wahrscheinlich dünkt. Hierauf verschwinde die Zellhaut sowie die helle peripherische Plasmamasse und jede der beiden Theilkugeln umhüllt sich successive mit zwei ziemlich dicken Cystenhäuten (XIV. 7 c), von welchen die innere glatt (c), die äussere, braune dagegen auf der Innenfläche eigenthümlich warzig ist (z). Ueber die chemische Beschaffenheit dieser Cystenhäute ist nichts bekannt. Etwas hiervon abweichend ist die kurze Darstellung, welche Lieberkühn von der Encystirung der Actinophrys gibt. Nach ihm umkleidet sich der ganze Körper mit einer kugeligen Hülle, die nach Beschreibung und Abbildung ohne Zweifel identisch ist mit der warzigen, äusseren Cystenhülle Cienkowsky's; auch die glatte, innere Cystenhülle hat L. beobachtet, jedoch als eine festere Rindenschicht des encystirten Weichkörpers gedeutet. Innerhalb dieser Cyste soll der Körper ungetheilt bleiben oder sich durch weitere Theilung vermehren. Interessant ist die Angabe Lieberkühns, dass die con-

*) Greeff hat sehr eigenthümliche Vorstellungen über die Entstehung des jungen Actinosphaeriums aus dem Plasma der Kieselcysten ausgesprochen. Es scheint ihm nämlich wahrscheinlich, dass dasselbe sich im Innern des Plasmas entwickle und dass der als Kern der Keimkugel betrachtete centrale helle Körper als das in Entwickelung begriffene Actinosphaerium aufzufassen sei.

**) Siehe Lieberkühn, Zusätze zur Entwickelungsgesch. der Spongillen. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1856, p. 505—7 und Nr. 34.

tractile Vacuole sich während der ganzen Dauer des encystirten Zustandes erhalte und weiter pulsire, wogegen Cienkowsky die contractile Vacuole nach Bildung der sogen. Zellhaut und vor der Entwickelung der beiden eigentlichen Cystenhüllen schwinden lässt. Das Hervortreten des protoplasmatischen Körpers aus der Cyste haben beide Forscher verfolgt. Nach Cienkowsky reisst zunächst die äussere Cystenhülle ein, indem sich der Plasmakörper sammt der inneren Hülle sehr ausdehnt (XIV. 7d). Hierauf tritt eine Scheidung zwischen einer helleren, centralen und einer dunkleren, peripherischen Partie im Plasmakörper auf und es zeigt sich die randständige contractile Vacuole (cv). Indem sich der Plasmakörper nun von der inneren Cystenhülle, in die eingeschlossen er hervorgetreten ist, zurückzieht, entwickelt er Pseudopodien, welche die „jetzt schon sehr zarte, umfangreiche Cystenwand (innere) vor sich her drängen, bis sich dieselbe schliesslich auflöst.“ Nach Lieberkühn tritt die junge Actinophrys als kugeliger, nicht weiter umhüllter Körper hervor und entwickelt erst nach dem Austritt allmählich Pseudopodien und Vacuolen.

Besonderes Interesse bietet noch die von F. E. Schulze bei seinem Actinolophus beobachtete Bildung eines Ruhezustandes dar. Die Ausbildung desselben wird durch ein Deutlicherwerden der, wie früher schon erwähnt, wahrscheinlich stets vorhandenen Gallertumhüllung eingeleitet. Hierauf tritt auf der Aussenfläche dieser Gallerthülle eine Lage sechseckiger Kieselplättchen auf (XIV. 6b), die eine allseitige Hülle formiren, welche sich auch noch als ein röhrenförmiger Ueberzug über den Stiel fortsetzt. Die Kieselplättchen stossen mit ihren Seiten nicht unmittelbar zusammen, sondern sind entweder durch Lücken getrennt oder vielleicht durch eine gemeinsame Membran zusammengehalten. Weiterhin werden dann die Pseudopodien eingezogen und der Kern zeigt eine Vermehrung zu zweien. Das Centralkorn wie auch wohl die Axenfäden schwinden gleichfalls, worauf die Kerne ihre sonst excentrische Lage nicht mehr beibehalten und sich beliebig im Plasma zerstreuen. Weiter konnte jedoch bis jetzt das Verhalten dieser Ruhezustände nicht verfolgt werden.

Mit wenigen Worten müssen wir noch der bei anderen Heliozoën gelegentlich beobachteten Encystirungsvorgänge gedenken, die jedoch bis jetzt nur sehr unvollständig erforscht sind. Einkugelung mit Entwickelung einer äusserst dünnen Cystenmembran wurde von Hertwig und Lesser bei Hedriocystis beobachtet. Bei Pompholyxophrys punicea sah Greeff den Weichkörper in der Schale sich stark zusammenziehen und mit einer dicht aufliegenden, anscheinend feinporösen Kieselhaut umhüllen. Auch Archer beobachtete die Entwickelung einer dicken Hüllschicht unterhalb der normalen Hülle bei Sphaerastrum Fockii. Die äussere Hülle machte alsdann den Eindruck einer vielfach gefalteten und verschrumpften, hyalinen Haut. — Schliesslich hat noch Greeff (33, 40) einen nicht uninteressanten Encystirungsprocess der Acanthocystis turfacea beschrieben. Nachdem der Weichkörper sich innerhalb der Skelethülle beträchtlich contrahirt hat, entwickelt er

auf seiner Aussenfläche eine kieselige Cystenhaut, die eine Gitterkugel, ähnlich der der Clathrulina darstellt. Die Chlorophyllkörner sind im Centrum des encystirten Weichkörpers zusammengedrängt. In seiner ersten Arbeit (33) erwähnt jedoch Greeff an den encystirten Exemplaren noch einer äusseren kugeligen Kieselschicht, welche die Fussplättchen der Stacheln unter einander verbinde, oder etwas ausserhalb dieser sich entwickele. Da das Skelet der encystirten Acanthocystis ganz gut erhalten zu bleiben scheint, so dürfte wahrscheinlich auch eine solche Hülle die isolirten Skelettheile verbinden, da diese sonst wohl auseinanderfallen müssten. Auch Leidy (50) und Korotneff (l. s. c., s. p. 308) machten neuerdings einige, jedoch nur wenig eingehende Mittheilungen über die Encystirung von Acanthocystiden.

D. Conjugations- und Copulationsvorgänge der Heliozoa.

Die Besprechung der Koloniebildung der Actinophrys hat uns schon Gelegenheit gegeben, das Vorkommen von Verschmelzungserscheinungen bei dieser Form zu schildern. Dass dieser Vorgang auch als Conjugationsakt (da totale Verschmelzung, wie es scheint, bis jetzt noch nicht beobachtet wurde) aufgefasst werden darf, unterliegt wohl keinem Zweifel, man müsste denn diesen Begriff auf die Fälle beschränken, wo bis jetzt eine Vermehrung in Folge dieser Erscheinung thatsächlich beobachtet worden ist.

Weitere Beobachtungen von Verschmelzungserscheinungen sind bis jetzt nur noch bei Actinosphaerium gemacht worden. Hier berichtete schon Kölliker (9), dass er zwei völlig getrennte Individuen mit einander verschmelzen sah und es ist jedenfalls ungerechtfertigt gewesen, diese Beobachtung, wie mehrfach geschehen, in Zweifel zu ziehen. Brandt hat die Copulation dieser Form in neuerer Zeit vielfach constatirt. Z. Th. war die Verschmelzung hierbei eine ganz vollständige, z. Th. erstreckte sie sich jedoch nur auf die Rindensubstanz, so dass bisquitförmige Verschmelzungsformen entstanden. An der Verschmelzungsstelle war der scharfe Unterschied zwischen Ecto- und Entoplasma verwischt. Von Interesse ist ferner, dass die versuchsweise zusammengebrachten Thiere sich häufig zunächst theilten und dass dann die Verschmelzungen sich ebensowohl unter den Theilhälften eines wie verschiedener Individuen vollziehen konnten.

Die Trennung vereinigter Thiere (im Falle völliger Copulation also wohl Theilung), erfolgt gewöhnlich im Verlauf einiger Stunden. Cienkowsky gelang es auch, künstlich entsprechende Verschmelzungserscheinungen hervorzurufen. Indem er durch Abtrennung eines Körperstückchens gewissermaassen eine Wundfläche erzeugte und die in solcher Weise vorbereiteten Individuen mittelst dieser Wundflächen in Berührung brachte, gelang es, die Copulation zu bewirken, ja successive nicht weniger wie fünf Individuen in dieser Weise zu vereinigen. Gewöhnlich erfolgte nach einiger Zeit wieder ein Zerfall des so erzeugten Verschmelzungs-

produktes in mehrere Individuen. Zuweilen jedoch trat Encystirung und der oben geschilderte Fortpflanzungsprocess ein. Dieser letztere Umstand bringt uns auf die Frage nach dem möglichen Zusammenhang des Copulationsprocesses und der Fortpflanzung, speciell der Vermehrung im encystirten Zustand. Cienkowsky selbst ist nicht geneigt, eine solche Beziehung anzuerkennen. Dagegen hat Ant. Schneider einen solchen Conjugations- oder Copulationsakt als steten Vorläufer (sogen. Begattung) der Vermehrung des Actinosphaerium angenommen; die wahre Befruchtung jedoch vollzieht sich nach ihm erst im encystirten Zustand selbst und zwar mittels der obenerwähnten, von ihm wahrscheinlich gemachten Verschmelzung der Kerne. In dieser Hinsicht hebt er noch besonders hervor, dass ja die Kerne der copulirten und conjugirten Thiere wohl ausgetauscht würden. Greeff, der früherhin die Copulationserscheinungen der Actinophryinen überhaupt in Abrede stellte, gibt dagegen neuerdings zu, dass eine Copulation wohl fakultativ dem Encystirungsprocess vorausgehen könne, aber jedenfalls nicht ausschliessliche Bedingung desselben sei. Brandt endlich konnte keinerlei Zusammenhang zwischen den von ihm beobachteten Copulationserscheinungen und der Fortpflanzung auffinden.

Wie diese Angelegenheit jetzt liegt, kann wohl von einem thatsächlichen Nachweis eines Zusammenhanges zwischen Copulation und Fortpflanzung nicht die Rede sein. Dagegen scheint mir jedoch auch der Beweis des Gegentheils keineswegs erbracht, da die Encystirung und Fortpflanzung der Copulation nicht direkt zu folgen braucht. Eine völlige Bedeutungslosigkeit des Copulationsaktes für die Fortpflanzung, die ja, nach Erfahrungen bei andern Protozoën, nicht gerade wahrscheinlich ist, würde sich doch wohl nur dadurch sicher erweisen lassen, dass man Individuen während ihrer gesammten Lebenszeit an der Copulation hinderte und dennoch keine Beeinträchtigung der Vermehrungsfähigkeit bei ihnen beobachtete.

6. System der Heliozoa und Uebersicht der Gattungen.

A. Allgemeine systematische Auffassung der Heliozoa.

Schon bei Gelegenheit des historischen Ueberblicks mussten wir mehrfach der irrthümlichen Anschauungen älterer Forscher über die systematische Verwandtschaft der Heliozoa (speciell der damals fast allein näher bekannten Actinophryen) berichten. Ehrenberg entwickelte 1838 noch sehr falsche Vorstellungen über diesen Gegenstand, indem er die Actinophryen mit den Podophryen (Acinetinen) in seine Familie der Euchelyna unter die Polygastrica aufnahm. Hierin folgte ihm noch v. Siebold 1848*) (der jedoch in seinem System die Acinetinen gar nicht erwähnt)

*) Lehrbuch der vergleich. Anatomie.

und später Perty 1852, der seine Familie der Actinophryinen (mit Einschluss der Gattungen Podophrya und Acineta) als II. Sektion der Ciliata (Wimperinfusorien) aufführt.

Dagegen hatte schon 1841 Dujardin seine Familie der Actinophryens (jedoch mit Einschluss der Gattungen Acineta und Dendrosoma) neben die Rhizopoden in seine II. Ordnung der „Infusoires non symmétriques ou asymmétriques, pourvues d'expansions variables" gestellt. M. Schultze glaubte, nach einer irrthümlichen Beobachtung von Stein, die Gattung Actinophrys nicht als eine selbständige betrachten zu dürfen und berücksichtigte sie daher in seinem System nicht weiter.*)

In der Folgezeit wurde die widernatürliche Vereinigung der Heliozoën und Acinetinen auf Grund besseren Verständnisses der betreffenden Organismen aufgegeben. Joh. Müller**) vereinigte Actinophrys 1858 mit Amoeba und den monothalamen Süsswasserrhizopoden in seiner Gruppe der „Infusoria rhizopoda" und hierin folgten ihm Claparède und Lachmann, die in ihrer Familie der Actinophryina neben den eigentlichen Heliozoën noch die mit reticulären Pseudopodien versehenen Süsswassermonothalamien einschlossen, wogegen Stein 1861***) seine Familie der Actinophryina (die nur die eigentlichen, damals bekannten Heliozoën umfasst) als 2. neben den Amoebina in seiner Unterordnung der Gymnica aufführt.

Carpenter†) vereinigte dann 1862 die Familie der Actinophryina (mit Einschluss der Rhizopodengattungen Plagiophrys und Euglypha) mit den Radiolaria, wogegen Häckel 1866††) mit glücklichem Griff die Abtheilung der Heliozoa errichtete und sie, als 2. der Rhizopoda, zwischen die Acyttaria und Radiolaria stellte. Seither ist denn diese Abtheilung zu ziemlich allgemeiner Anerkennung gelangt und es bleiben nur noch Zweifel über ihre nähere Beziehung zu den Radiolarien. Während Hertwig und Lesser sich 1874 gegen eine Zusammenfassung mit diesen letzteren sehr entschieden aussprachen, zeigt sich Hertwig in seinen neueren Arbeiten dem Anschluss der Heliozoa an die Radiolaria nicht abgeneigt, wenigstens hält er die Vereinigung der beiden Abtheilungen zu einer grösseren, im Gegensatz zu den Rhizopoda, für ebenso berechtigt, wie die selbständige Mittelstellung der Heliozoa zwischen Rhizopoda und Radiolaria. Wir glauben, dass sich mancherlei Gründe anführen lassen, welche die letztere Auffassung unterstützen und ihr vor der ersteren einen Vorzug verleihen, werden jedoch hierauf geeigneter bei der Betrachtung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Radiolaria zurückkommen.

Was die systematische Untertheilung unserer Gruppe betrifft, so

*) Organismus der Polythalamien. Leipzig 1854.

**) Abhandl. der Berliner Akad. 1858.

***) Sitzb. der Wiener Akad. Bd. 44. 1861.

†) Introduction to the study of Foraminifera. London 1862.

††) Generelle Morphologie. 1866.

schliessen wir uns in dieser Hinsicht an R. Hertwig und Archer an und unterscheiden die 4 schon früher charakterisirten Unterabtheilungen des Aphrothoraca, Chlamydophora, Chalarothoraca und Desmothoraca.

Die Zahl der Gattungen und Arten ist nicht erheblich, wir kennen bis jetzt ca. 24 Gattungen mit 36 Arten, von ersteren sind jedoch 7 etwas unsicher.

Von einer so ausgedehnten Variationsfähigkeit, wie sie den Rhizopoden von einer Anzahl Beobachtern zugeschrieben wird, lassen die Heliozoën, wenigstens nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen, nichts erkennen.

B. Uebersicht der Gattungen.

1. Ordnung Aphrothoraca Hertw. 1879.

Skeletlose (nur temporär zuweilen mit einer Gallerthülle ausgerüstete) Heliozoa von mehr amöbenartig veränderlicher oder constant kugliger Gestaltung, jedoch feinen, meist allseitig ausstrahlenden Pseudopodien. Mit oder ohne Kerne und contractilen Vacuolen.

Vampyrella Cienkowsky 1865 (24, 41), Häckel (30), Hertw. u. Lesser (39). Synon. Amoeba pr. p. Fresenius (Abh. d. Senckenb. Ges. II.), Leptophrys Hertw. u. L. (39).

(XIII. 11—13).

Unregelmässig rundlich bis mannigfaltig wechselnd, da amöboid veränderlich. Zuweilen langgestreckt, bis in Fortsätze ausgezogen. Scheidung in verschieden gefärbtes Entoplasma und zartes, hyalines Ectoplasma mehr oder weniger deutlich. Ersteres spärlich bis ganz vacuolär. Pseudopodien sehr fein strahlenartig, mehr oder weniger von der gesammten Körperoberfläche entspringend, selten verästelt. Körnchenströmung z. Th. sehr deutlich. Contractile Vacuolen soweit bekannt fehlend. Kerne bis jetzt nur bei einer Form erwiesen. Zweierlei Cystenzustände (ob stets?), sogen. Zellzustand (mit Vermehrung) und Ruhezustand.

Artzahl 4—5. Süsswasser und Meer.

Nuclearia Cienkowsky 1865 (24). Maggi, Rendic. d. R. istit. Lombardo s. II, XIII.

Synon. ? Trichodiscus Ehrbg. (6); Clap. u. Lachm. (17); ? Actinophrys p. p. Duj. [digitata] (7), Lachm. p. p. [fissipes] (19); Heterophrys F. E. Schulze (38, II.), Heliophrys Greeff (40), ? Trichamoeba From. p. p. (radiata), Études s. l. microzoaires; Heterophrys p. p. Leidy (50).

(XIV. 1—2).

Körpergestalt amöboid veränderlich, kuglig oder scheibenförmig, bis langgestreckt und lappig. Keine Scheidung in Ecto- und Entosark. Protoplasma häufig vacuolisirt. Pseudopodien allseitig oder nur von einem Theil der Körperoberfläche entspringend, zuweilen mit spitzwinklig verästelten Enden. — Kerne in Ein- oder Mehrzahl vorhanden. Contractile Vacuolen in mässiger Zahl, träge. Zuweilen mit dicker, von den Pseudo-

podien durchbohrter Gallerthülle. Encystirung in doppelter Hülle; zuweilen mit gleichzeitiger Vermehrung. Artzahl 2. Süsswasser.*)

? Arachnula Cienk. 1876 (41).

Körpergestalt amöboid veränderlich, meist strangartig ausgezogen und z. Th. verzweigt. Strangenden plattenartig verbreitert und mit zahlreichen, feinen Pseudopodien besetzt. Letztere wenig verästelt und mässig anastomosirend, jedoch häufig energisch hin- und herbewegt. Farblos. Einige contractile Vacuolen. Kerne ?. Fortpflanzung ?. Bildung unregelmässiger Verdauungscyste beobachtet. Artzahl 1. Süss- und Brackwasser.

(Die Hierherziehung dieser noch etwas unsicheren Form lässt sich wohl nur auf Grund ihrer Beziehungen zu den zwei vorhergehenden rechtfertigen.)

Monobia Aim. Schneider (49) 1879.

(XIV. 3).

Aehnlich Nuclearia und Vampyrella, farblos, Kern und contractile Vacuolen nicht beobachtet. Im ruhenden Zustand kuglig (Grösse ?) mit allseitig entspringenden, sehr langen und zarten Pseudopodien (die hier und da zarte, spindelförmige Anschwellungen zeigen). In der Bewegung meist etwas längsgestreckt bisquitförmig, bis dreieckig und unregelmässig. Fortpflanzung durch einfache Zweitheilung. Häufig jedoch die Theilsprösslinge sich nicht trennend, sondern durch ziemlich lange Plasmabrücke in kolonialem Verband verbleibend. Bildung sekundärer Verbindungsbrücken durch Verschmelzung zwischen den Pseudopodien. Die Zahl der zu Kolonien vereinigten Individuen kann durch weitere Theilung (vielleicht auch durch Zutritt anderer Individuen) bis zu 8 wachsen. Gegenseitige Stellung der Individuen durch fortdauernden Wechsel in der Bildung der Verbindungsbrücken sehr veränderlich. Süsswasser und vielleicht auch feuchte Erde. Artzahl 1.

Myxastrum Häck. 1870 (30).

(XIII. 14).

Körpergestalt (bis 0,5 Mm. Durchm.) kuglig mit zahlreichen, allseitig ausstrahlenden Pseudopodien, die sich selten spitzwinklig verästeln und anastomosiren. Keine Scheidung in Ecto- und Entosark. Ohne Kerne und Vacuolenbildung. Fortpflanzung durch Bildung zahlreicher kieselschaliger Sporen innerhalb der Primärcyste. Artzahl 1. Marin. (Canarische Inseln.)

Actinophrys Ehrbg. 1830 (Abhandl. Berl. Akad.) und 6, Duj. (7), Nicolet (8), Perty (12), Cohn (10, 11), Clap. (13), Stein (14), Lieberkühn (15 u. 34), Weston (16), Clap. u. Lachm. (17), Lachm. (19), Carter (21 u. 23), Cienkowsky (24), Grenacher (29), Greeff (35), Hertw. u. L. (39), Leidy (50).

Synon.**) Trichoda O. F. Müller u. Schrank p. p., Peritricha Bor. d. St. Vinc. p. p.

(XIV. 7.)

*) In sehr inniger Beziehung zu Nuclearia scheint auch die höchst merkwürdige Ciliophrys Cienk. zu stehen, die bald in einem ganz nuclearia-artigen, bald dagegen in einem völlig flagellatenartigen Zustand sich zeigt und in dieser Weise eine ganz unentschiedene Mittelform zwischen Sarkodinen und Flagellaten bildet. Wir ziehen es vor, das Nähere über diese Form erst bei Gelegenheit der Flagellaten mitzutheilen.

**) Unter diesen Synon. ist auch Actinosphaerium mit begriffen, da die Scheidung zwischen diesem und Actinophrys erst spät durchgeführt wurde.

Körpergestalt kuglig, mit allseitig ausstrahlenden Pseudopodien (mit Axenfäden). Scheidung zwischen Ecto- und Entosark nicht sehr scharf; ersteres alveolär, letzteres feinkörnig. Centraler Nucleus, bis zu welchem die Axenfäden zu verfolgen sind. Meist ganz farblos. Gewöhnlich eine stark über die Oberfläche vorspringende contractile Vacuole. Häufig koloniale Verbände. Fortpflanzung durch einfache Zweitheilung oder auch Theilung im encystirten Zustand mit Bildung doppeltumhüllter Sporen.

Artzahl mit Sicherheit nur 1 (A. sol Ehrbg.), weitere, namentlich auch von Lachmann (19) beschriebene Arten sind unsicher. Süsswasser und Meer.

Actinosphaerium Stein 1857 (18).

Synon. s. b. Actinophrys, „Der Stern" Eichhorn (4), Actinophrys aut. p. p., Kölliker (9), Perty (12), Stein (14), Wallich (19a), M. Schultze (20), Carter (21, 23), Cienkowsky (24), Zenker (25), Greeff (27, 35 und 37), Ant. Schneider (36), F. E. Schulze (38, I.), Hertwig u. Lesser (39), Brandt (44 u. 45)*), Leidy (50).

(XV. 1a—c.)

*) Vergl. auch Brandt, K., Ueber Actinosphaerium Eichhornii. Inaugur.-Dissert. Halle 1877. Leider habe ich diese wichtige Arbeit früherhin, bei der Abfassung des Manuscriptes, übersehen; sie ist mir erst neuerdings durch die Güte des Verfassers zu Gesicht gekommen. Der Vollständigkeit wegen trage ich aus ihr hier noch einige wichtige Punkte nach. Die jugendlichsten Actinosphaerien besitzen nach Brandt nur eine einzige contractile Vacuole, bei den grossen erwachsenen Exemplaren wurden dagegen bis 14 beobachtet; es scheint jedoch aus des Verfs. Darstellung hervorzugehen, dass jene grosse Vacuolenzahl bei aus der Copulation hervorgegangnen Verschmelzungsproducten beobachtet wurde. Sauerstoffmangel scheint auch hier, wie nach Rossbach's Erfahrungen bei den Infusorien, das Volum der contractilen Vacuole zu vergrössern und die Zeit zwischen Diastole und Systole zu verlängern. Schliesslich tritt bei zunehmendem Sauerstoffmangel eine völlige Lähmung der Vacuole in der Diastole ein und bald hierauf der Tod und Zerfall des Thieres. Bei solchen durch Sauerstoffmangel erweiterten und in der Energie ihrer Contraction geschwächten Vacuolen lässt sich die Zenker'sche Beobachtung über die Bildung einer Rissstelle in der peripherischen Vacuolenwand leicht bestätigen. Die Rissstelle erweitert sich excentrisch, „wobei die eingerissne Blasenwand sich knittrig faltet, dem Rand immer näher rückt und schliesslich mit demselben verschmilzt". Die Contractionen der mehrfachen Vacuolen eines und desselben Individuums sind im allgemeinen ganz unabhängig von einander; auch steht die Häufigkeit der Contraction in keinem directen Abhängigkeitsverhältniss von dem Volum der Vacuolen.

Bei Reizung der Pseudopodien durch ein vorbeischwimmendes Thier werden ihre Enden umgeknickt und hängen „welk" neben dem basalen, starr gebliebenen Theil herab, bald jedoch richtet sich ihr Endstück wieder auf und nimmt seine frühere Steifheit wieder an.

Die Nahrungsaufnahme wird in der von Kölliker zuerst geschilderten Weise beschrieben.

Interessante Mittheilungen bringt die Arbeit weiterhin über gewisse Beziehungen der äusseren Lebensbedingungen zum Eintritt der Theilung. Dieselbe scheint nämlich in reinem, klarem Wasser bei einer geringeren Körpergrösse (ca. 0,3 –0,5 Mm.), dagegen in fauligem Wasser erst bei beträchtlicherer Grösse (bis 1,1 Mm.) einzutreten. Versetzt man grosse Individuen aus fauligem Wasser in klares, so tritt sofort die Theilung ein, wogegen die umgekehrte Uebertragung keine Theilung hervorruft. Aehnlich wirken wahrscheinlich auch Temperaturunterschiede; höhere Temperaturen veranlassen Theilung bei geringerer Körpergrösse, niedere erst bei beträchtlicherem Körpervolum.

Ausführlich bespricht Brandt in dieser Arbeit auch den Encystirungsprocess, über welchen wir jedoch oben im Text, nach einer anderen Abhandlung Verfs., schon das Wichtigste hervorgehoben haben.

Körpergestalt kuglig (bis 1 Mm. Durchm.) mit allseitig ausstrahlenden, sehr langgestreckt kegelförmigen Pseudopodien, mit Axenfäden, die bis etwa zur Grenze des Ectosarks oder noch etwas in dieses eindringen und hier frei endigen. Scheidung in Ecto- und Entosark sehr deutlich, beide durchaus vacuolär; ersteres jedoch grossblasiger, letzteres kleinblasiger und körniger. Contractile Vacuolen (2—14) über die Oberfläche vorspringend. Kerne sehr zahlreich im Entosark. Fortpflanzung durch einfache Zweitheilung oder Bildung meist zahlreicher kieselschaliger Sporen innerhalb einer gallertigen Primärcyste.

Artzahl mit Sicherheit nur 1 (A. Eichhornii Ehrbg.). Süsswasser.

Actinolophus F. E. Schulze 1874 (38, II.), R. Hertwig (43). (XIV. 6a—b.)

Körper meist birnförmig (Länge bis 0,03), auf gewöhnlich langem (bis 0,1), wahrscheinlich röhrenförmigem Stiel aufgewachsen. Pseudopodien sehr lang und fein, wahrscheinlich mit Axenfäden, die sich mit einem sehr deutlichen Centralkorn vereinigen werden. Entosark excentrisch, bis zur Körperoberfläche reichend, mit meist einem sehr excentrisch gelagerten Kern. Vacuolen fehlen. Der Körper wahrscheinlich stets von sehr schwer sichtbarer, dicker Gallerthülle umgeben. Ruhezustand mit Bildung einer Lage Kieselplättchen auf der Oberfläche der Gallerthülle und Theilung des Kernes. Artzahl 1. Marin.

Anhang zur Gattung Actinolophus: Von Str. Wright*) wurde 1862 eine marine, hierhergehörige Form, Zooteira religata, beschrieben, welche in vieler Hinsicht mit Actinolophus übereinzustimmen scheint, jedoch durch eine Anzahl Charaktere abweicht. Es ist daher vorerst nicht möglich, über ihr Verhältniss zu Actinolophus ganz Sicheres anzugeben. Der ovale, allseitig sehr lange Pseudopodien aussendende Körper ist auf langem, röhrenförmigem Stiel befestigt und lässt deutlich dunkles, starkkörniges Entosark und helleres Ectosark unterscheiden. Sehr abweichend von Actinolophus erscheint die Contractilität des Stiels, die dem Thier erlaubt, sich in eine die Basis des Stieles umgebende, kurze, schleimige Röhre zurückzuziehen. Diese Contractionsfähigkeit des Stieles soll von einem denselben durchziehenden Muskelfaden herrühren, welcher noch von einem Netzwerk weicher Fasern umsponnen werde.

Wie gesagt, wird erst eine genauere Untersuchung das richtige Verständniss dieser Form bewirken können.

Haeckelina Mereschkowsky 1879 (47). Sehr ähnlich Actinolophus. Kugliger bis etwas birnförmiger Körper (0,021) auf solidem, farblosem Stiel (bis 0,15). Pseudopodien allseitig, unverzweigt, nicht anastomosirend. Vacuolen und angeblich auch Kern fehlend. Keine Differenzirung in Ecto- und Entosark. Marin (weisses Meer). 1 Art. (Bis jetzt scheint mir die Kenntniss dieser Form noch zu gering, um ihre näheren oder entfernteren Beziehungen zu Actinolophus beurtheilen zu können.)

*) Quart. journ. micr. sc. n. s. Vol. II. p. 217.

Anhang zur Abtheilung der Aphrothoraca.

(Wir reihen hier eine Anzahl rücksichtlich ihrer Stellung noch unsicherer Formen an, die wir anderweitig nicht schicklich unterzubringen wissen.)

Lithocolla F. E. Schulze 1874 (38, II.).

(XIV. 4.)

Körpergestalt kuglig (Durchm. 0,04), mit allseitig entspringenden, feinen Pseudopodien. Farblos bis kirschroth. Oberfläche mit losem Ueberzug von Sandkörnchen bekleidet. Kern und Vacuole ?.

1 Art. Ostsee.

Elaeorhanis Greeff 1873 (40), Archer (Quart. j. micr. sc. n. s. p. 323—324).

(XIV. 5.)

Körpergestalt kuglig, klein (0,02—0,03), mit allseitig ausstrahlenden, mässig zahlreichen Pseudopodien. Körperoberfläche mit loser, aus Diatomeen und Sandkörnchen aufgebauter Hülle. Farblose Sarkode enthält einen ansehnlichen gelben bis braunen Fettkörper (o), ähnlich Diplophrys. Kern und Vacuole ?.

1 Art. Süsswasser.

Chondropus Greeff 1873 (40), Archer (42).

Kuglig (0,05), Pseudopodien allseitig entwickelt, mässig zahlreich, mit sehr rascher Körnchenbewegung. Sarkode gelb, in der Aussenregion mit eigenthümlichen Körnchen und Stäbchen, die centrale Partie mit grünen Körpern (Kapseln ? Greeff) erfüllt. Contractile Vacuole und Kern ?.

1 Art. Süsswasser.

(Archer hält es für möglich, dass der äussere gelbe sogen. Sarkodesaum dieser Form eine Hülle, ähnlich der von Astrodisculus oder Heterophrys darstelle und dass die vorliegende Gattung daher vielleicht besser zu den Chlamydophora zu rechnen sei.)

2. Ordnung Chlamydophora Archer 1876 (42).

Typische Heliozoënformen mit weicher gallertartiger oder eigenthümlich verworren faseriger bis punktirter, kugliger Hülle.

Diese nach dem Vorgang Archer's hier aufgestellte Gruppe besitzt vorerst noch einen provisorischen Charakter, da hinsichtlich der wahren Beschaffenheit der Skelethülle noch keineswegs eine übereinstimmende Auffassung erzielt wurde (vergl. hierüber die frühere Darstellung p. 297). Immerhin glaube ich, dass die Zusammenfassung der wenigen hierhergerechneten Formen wegen ihrer Besonderheiten vorerst gerechtfertigt erscheint.

Heterophrys Archer 1869 (32 u. 42), Hertwig u. L. (38), Greeff (40), non F. E. Schulze (37, II.).

(XV. 2.)

Körpergestalt kuglig, Pseudopodien allseitig ausstrahlend, zart und körnchenführend. Scheidung in Ecto- und Entosark z. Th. deutlich. Kern im Entosark. Contractile Vacuole z. Th. vorhanden, über die Körperoberfläche vorspringend. Allseitige, kuglige, ziemlich dicke Hülle, deren Innenregion hyalin ist und die nach aussen ein eigenthümlich körneliges bis gestricheltes Wesen annimmt. Ihre Oberfläche ist dicht mit haar- bis fransenartigen Fortsätzen bedeckt, die sich radiär zwischen den Basen der Pseudopodien erheben. Fortpflanzung ?. Artzahl 2. Süsswasser und marin.

Sphaerastrum Greeff 1873 (40), Archer (42).

Synon. Heterophrys p. p. (Fockii) Arch. (32), Süsswasserradiolarie Nr. I. Focke (28).

(XV. 3a—b).

Kuglig, einzellebend oder koloniebildend, wobei die Individuen durch lange Sarkodebrücken vereinigt werden. Kern vorhanden, sowie vorspringende contractile Vacuole (nach Archer). Farblos oder chlorophyllführend. Hülle von eigenthümlichem, undeutlich wellig gestricheltem Aussehen und meist zackig gelappter und eingeschnittener Oberfläche; um die Basen der Pseudopodien häufig festonartig erhoben. Bei den Kolonien umschliesst eine zusammenhängende Hüllschicht sämmtliche Individuen.

Artzahl 1. Süsswasser.

Zweifelhafte Formen:

Astrodisculus (Greeff 1869, 33) emend. Archer (42).

Kuglig, klein mit allseitig ausstrahlenden zarten Pseudopodien in mässiger Zahl. Meist roth bis braun pigmentirt. Kuglige gallertige, structurlose Hüllschicht. Süsswasser.

(Die von Greeff beschriebenen Formen seines Genus Astrodisculus sind von Hertwig und Lesser mit grosser Wahrscheinlichkeit auf die Gattung Pompholyxophrys zurückgeführt worden; dagegen hat jedoch Archer Formen beobachtet, die sich wegen ihrer structurlosen und wohl gallertigen Hülle nicht der Gattung Pompholyxophrys unterordnen lassen und auch H. und L. schildern eine solche Form. Da letztere nun in ihren Charakteren der ursprünglich von Greeff aufgestellten Diagnose des Genus Astrodisculus nahezu entsprechen, so dürfte dasselbe, wie Archer meint, auf solche Formen beschränkt werden.)

? Astrococcus Greeff 1873 (40), Archer (42).

Die bis jetzt nur sehr unvollkommen beschriebne Form Astr. rufus scheint sich so sehr dem eben erwähnten Astrodisculus zu nähern, dass mir (wie auch Archer) ihre Selbstständigkeit sehr fraglich erscheint.

3. Ordnung Chalarothoraca Hertw. u. L. 1874.

Typische Heliozoën mit loser, aus isolirten, kieseligen Skelettheilen bestehender Hülle.

Pompholyxophrys Archer 1869 (32 u. 42).

Synon. Hyalolampe Greeff (33 u. 40), Hertw. u. L. (39), Leidy (5), Astrodisculus Greeff (33) p. p.?

(XV. 4.)

Kuglig, klein (bis 0,05), mit wenigen von der Oberfläche allseitig entspringenden feinen Pseudopodien. Kuglige Skelethülle aus mehreren Schichten aufeinandergelagerter Kieselkügelchen gebildet. Differenzirung in Ecto- und Entosark meist deutlich. — Centraler Kern vorhanden. Contractile Vacuole vorhanden oder nicht. Meist erfüllt von reichlichem gelbem bis rothem und braunem Pigment. Bewegung lebhaft.

Sichere Arten 2. Süsswasser.

(Hertwig und Lesser halten es für sehr wahrscheinlich, dass die 4 von Greeff beschriebenen Astrodisculus-Arten Angehörige des hier besprochnen Genus seien und wahrscheinlich sämmtlich als Varietäten ihrer Art P. exigua betrachtet werden dürften. Archer glaubt dagegen, wie oben schon bemerkt, die Bezeichnung Astrodisculus für gewisse Formen aufrecht erhalten zu müssen und erachtet den Astrod. radians Greeff's als wahrscheinlich zu Acanthocystis gehörig.)

Raphidiophrys Archer 1867 (Quart. j. m. sc. n. s. VII. u. 32), F. E. Schulze (38, II.), Hertw. u. L. (39), Leidy (50).

(XVI. 2.)

Kuglig; isolirte Individuen oder Kolonien. Pseudopodien allseitig ausstrahlend, sehr zart und b. Th. sicher mit Axenfaden. Scheidung in Ecto- und Entosark nicht deutlich, dagegen centrale Vereinigung der Axenfäden beobachtet. Kern in Ein- oder Mehrzahl. Contractile Vacuolen vorhanden oder fehlend (?). Skelethülle aus losen, meist tangential zur Körperoberfläche gelagerten Kieselnadeln von gerader oder etwas gebogner Gestalt gebildet. Zuweilen erheben sich die Skeletnadeln büschelförmig um die Basen der Pseudopodien, so dass die Skelethülle ein strahlenförmiges Aussehen erhält. Kolonien von gemeinsamer Skelethülle umgeben. Häufig zahlreiche Chlorophyllkörner in der peripherischen Region des Weichkörpers. Fortpflanzung ?.

Artzahl 3. Süsswasser.

Pinacocystis Hertw. u. L. 1874 (39), Archer (42).

(XVI. 4.)

Scheidung in Ecto- und Entosark deutlich. Kern vorhanden. Contractile Vacuole ?. Ectosark enthält gewöhnlich zahlreiche Pigmentkörner. Skelethülle kuglig, aus zahlreichen, in einer Schicht zusammengeordneten runden Plättchen gebildet. Artzahl 1. Marin (Aquarium).

Pinaciophora Greeff 1873 (40), Archer (42).

(XVI. 5a—c.)

Sehr ähnlich der vorhergehenden Gattung, Schalenplättchen jedoch von nahezu blattförmiger, beiderseits zugespitzter Gestalt, wahrscheinlich feinporös. Centraler Kern vorhanden. Differenzirung in Ecto- und Entosark ?. Zahlreiche braune Pigmentkörner. Artzahl 1. Süsswasser.

Acanthocystis Carter 1863 (A. m. n. h. 3. XII. u. 21), Archer (32 u. 42), Greeff (33 u. 40), Grenacher (31), Hertwig u. Lesser (39), Schneider (36), Hertwig (43), Leidy (50).

Synon. ? Actinophrys Ehrbg. (viridis), Perty (brevicirrhis), Clap. u. Lachm., ? Focke, Süsswasserradiolarie Nr. II. (28).

(XVI. 6—7).

Körpergestalt kuglig (Durchm. ca. 0,02—0,1), Pseudopodien sehr fein und dünn, meist körnchenreich. Differenzirung in Ecto- und Entosark deutlich. Letzteres sammt Kern excentrisch, körnig und mit mehr oder weniger zahlreichen, nicht vorspringenden Vacuolen. Centralkorn und Axenfäden vorhanden. Hauptskeletgebilde: radiale Stacheln mit Fussplättchen, Länge verschieden, Ende fein zugespitzt oder gablig gespalten. Zuweilen zweierlei derartige Stacheln gleichzeitig, längere und kürzere; zuweilen noch tangential gelagerte Spicula. Fortpflanzung durch einfache Theilung, Knospung und wahrscheinlich auch Schwärmerbildung. Encystirung nachgewiesen.

Artzahl ca. 4. Süsswasser. Marin ?.

Wagnerella Mereschkowsky (46 b und Ann. mag. nat. hist. (V.) 8. 1881). Mayer (48) und Zoolog. Anzeiger 1881.

Körper kuglig (Durchm. bis 0,18 Millim.), in einen cylindrischen Stiel verlängert (bis 1,1 Millim. lang), der mit kegelförmig angeschwollner Basis befestigt ist. Körper und Stiel mit membranöser Hülle bekleidet, in die zahlreiche kurze, bogenförmig gekrümmte Kieselspicula eingelagert sind. Vom Köpfchen strahlen weiterhin radiär zahlreiche feine, längere Kieselspicula allseitig aus. Der Kern nach Mayer in der kegelförmigen Stielbasis. Fortpflanzung durch Knospung. Marin (weisses und Mittelmeer).

Seit dem Erscheinen der letzten Lieferungen dieses Werkes berichtigte Mereschkowsky seine frühere irrthümliche Angabe, dass die Spicula der Wagnerella aus kohlensaurem Kalk beständen und überzeugte sich wie Mayer von deren Kieselnatur. Damit wird es auch wohl unzweifelhaft, dass die Spicula von dem Organismus selbst erzeugt werden. Diese neuen Aufklärungen machen es denn jetzt auch, gegenüber den früher von mir angedeuteten Zweifeln, sehr wahrscheinlich, wenn nicht sicher, dass die Wagnerella ihre richtige Stellung bei den Heliozoa findet.

Anhang zu den Chalarothoraca.

Sticholonche R. Hertwig 1877 (43). Unter diesem Namen wurde von R. Hertwig ein sehr interessanter, heliozoënartiger, mariner Organismus beschrieben, welcher jedoch in seiner Stellung bis jetzt noch etwas unsicher geblieben ist. Im Allgemeinen scheint mir jedoch seine Zurechnung zu den Heliozoën das natürlichste und so mag er denn hier eine kurze Darstellung finden. Der Plasmakörper der pelagischen Sticholonche besitzt eine etwas längliche, nahezu bohnenförmige Gestalt (Länge bis 0,15 Mm.), und schliesst ein relativ sehr ansehnliches, kernartiges Gebilde ein von ähnlicher bohnenartiger Gestaltung. Letzteres Gebilde, für dessen Kernnatur sich Hertwig neuerdings (Der Organismus der Radiolarien p. 48) ausspricht, zeichnet sich durch eine sehr resistente Membran aus, welche äusserlich allseitig und dicht mit kleinen ringförmigen Erhebungen besetzt ist. Auf der convexen Fläche der Kernmembran entspringen von den ringförmigen Erhebungen mehrere Reihen cylindrischer und wahrscheinlich röhrenförmig hohler Fortsätze, welche auf der Mittelregion des Kernes am höchsten sind und nach seinen beiden Enden rasch abnehmen. Mit diesen röhrigen Fortsätzen stehen die starren, äusserst wenig zur Verschmelzung geneigten und unverzweigten Pseudopodien der Sticholonche in Verbindung, indem sie sich, ohne Zweifel in Gestalt von Axenfäden, durch das sehr körnige Plasma hindurch bis zu jenen Fortsätzen verfolgen lassen. Wie diese Fortsätze stehen auch die Pseudododien in mehreren Längsreihen über den Körper hin. Ein sehr eigenthümliches Skelet zeichnet weiterhin unsre Form aus. Einmal wird der gesammte Körper von einer ziemlich weit abstehenden, membranartigen Hülle umkleidet, welche sich in bis jetzt wenig erforschter Weise aus einzelnen, ziemlich unregelmässig gelagerten, spangenartigen Stücken zusammensetzt, zweitens gesellen sich hierzu noch eine Anzahl Stachelbüsche, welche, von einander getrennt, auf buckelartig hervorgewölbten Stellen der membranartigen

Hülle aufgesetzt sind. Jeder Stachelbusch besteht etwa aus 20 hohlen geraden Stacheln, die büschelig von einem Centrum ausstrahlen. Die Stacheln besitzen ein stärker angeschwollnes Basalende und ein ziemlich stumpfes peripherisches Ende; ihre Oberfläche ist fein quergestreift, d. h. wahrscheinlich geringelt. In der Mitte der Stachelbüsche findet sich häufig ein längerer und gegen sein peripherisches Ende nochmals angeschwollner Hauptstachel. Aus welchem Material die Stacheln sowie die erstbeschriebne Hülle bestehen, ist bis jetzt noch unbekannt.

Höchst merkwürdig sind die Bewegungen der Sticholonche, welche ruckweise geschehen, indem sich gleichzeitig sämmtliche Pseudopodien ruderartig nach einer Richtung senken. Nahrungsaufnahme und Fortpflanzung konnten bis jetzt nicht ermittelt werden.

3. Ordnung Desmothoraca Hertw. u. L. 1874.

Skelethülle eine kuglige oder nahezu kuglige, von zahlreichen Löchern durchbrochne, einheitliche Gitterschale. Ungestielt oder gestielt.

Orbulinella Entz 1877 (Naturhistor. Hefte des Nat. Mus. in Budapest 1. H.).

(IV. 4.)

Schale etwas oval bis nierenförmig, wahrscheinlich kieselig, von zahlreichen nach Aussen trichterförmig sich erweiternden, kreisrunden Oeffnungen durchbrochen, grünlich gefärbt. Stiellos. Weichkörper die Schale nur z. Th. erfüllend. Mit 1 Kern und 1—2 Vacuolen (ob contractil ?). Pseudopodien fadenförmig, unverzweigt.

1 Art. Salzteich bei Klausenburg.

? Elaster Grimm 1872 (Arch. f. mikr. Anat. VIII.)

Zweifelhafte Form. Kieselgitterschale ähnlich Clathrulina, jedoch stiellos (Durchm. 0,02). Weichkörper scheint die Schale gänzlich auszufüllen. Pseudopodien sehr zahlreich und fein, mit Körnchenströmung. Centraler kernartiger Körper vorhanden.

Artzahl 1. Süsswasser.

Clathrulina Cienk. 1867 (26), (Archer Qu. j. micr. sc. n. s. VII.), Greeff (33), Hertwig u. L. (39), Mereschkowsky (47), Leidy (50).

Synon. Podosphaera Archer (Qu. j. micr. sc. n. s. VIII. p. 66).

(XVII. 1a—f).

Kieselige, von zahlreichen rundlichen bis polygonalen Löchern durchbrochne Gitterschale, im Alter farblos oder tiefbraun. Auf röhrenförmigem Stiel, der am basalen Ende durch wurzelförmige Ausläufer befestigt ist, aufgewachsen. Weichkörper ohne Differenzirung in Ecto- und Entosark, meist mit zahlreichen, z. Th. contractilen Vacuolen, derselbe füllt die Schale nur z. Th. aus. Pseudopodien nach Greeff mit Axenfäden, ziemlich häufig verästelt und anastomosirend. Centraler Nucleus. — Fortpflanzung durch einfache oder wiederholte Theilung in der Schale und Hervortreten der Theilstücke mit oder ohne Schwärmerbildung; oder Encystirung nach vorhergehender Theilung in der Schale und schliessliches Hervorbrechen der Theilstücke als Schwärmer. Artzahl 2. Süsswasser.

? Hedriocystis Hertw. u. L. 1874 (39), Archer (42).

(XVII. 2.)

Gestielte Schale kuglig bis oval, von zahlreichen, zu zugespitzten Buckeln ausgezogenen Löchern durchbrochen. Klein (Durchm. 0,02—0,03). Weichkörper füllt die Schale nur z. Th. aus. Pseudopodien nicht verästelt und verschmelzend. Fortpflanzung durch einfache Theilung. Encystirung beobachtet. Artzahl 1. Süsswasser.

(Archer hält die generische Trennung dieser Form von Clathrulina nicht für angezeigt und ich glaube, dass er hierin nicht Unrecht hat, doch wollte ich ohne eigne Kenntniss der betreffenden Formen die Vereinigung nicht vornehmen.)

7. Vorkommen, geographische Verbreitung und biologische Verhältnisse der Heliozoa.

Die Heliozoa scheinen ganz vorzugsweise auf die süssen Gewässer angewiesen zu sein, wie dies schon aus dem Früheren hervorgeht. Wenn wir die diesbezüglichen Verhältnisse noch einmal zusammenfassend überschauen, so finden wir, dass nur 8 von den 27 Gattungen bis jetzt ausschliesslich marin getroffen wurden (einbezogen ist die in einem Salzteich gefundne Gattung Orbulinella); dass weiterhin noch 4 Gattungen gleichzeitig im süssen Wasser und Meer (oder doch Brackwasser) vertreten sind: nämlich Arachnula, Vampyrella, Actinophrys und Heterophrys. Letztere Gattungen scheinen sogar, mit Ausnahme von Vampyrella, sämmtlich mit identischen Arten an beiden Fundorten vorhanden zu sein. Was schliesslich die Zahlenverhältnisse der Arten betrifft, so kommen auf 30 Süsswasserspecies, von welchen 3 gleichzeitig marin sind, nur 9 bis jetzt ausschliesslich marin angetroffne.

Unter den verschiedenartigen süssen Gewässern scheinen die Heliozoën vorzugsweise frische, nicht verdorbne, zu lieben und sich namentlich gern, wie zahlreiche andere Protozoën, in Torfgruben und ähnlichen, reichliche Nahrung bietenden stehenden Gewässern vorzufinden. In eigentlichen Infusionen sind sie dagegen, mit Ausnahme vielleicht der Gattung Nuclearia, kaum anzutreffen. Aus feuchter Erde sind bis jetzt keine Heliozoën bekannt geworden.

Bis jetzt ist keine Heliozoënform aufgefunden worden, die sich dem parasitischen Leben angepasst hätte. Dagegen fällt auch der Organismus unsrer Formen zuweilen Parasiten zum Opfer. Schon bei der Besprechung der Fortpflanzungserscheinungen haben wir hervorgehoben, dass die angeblichen Schwärmer von Actinosphaerium und Actinophrys höchst wahrscheinlich in das Bereich solcher parasitischer Vorkommnisse gehören. Dies wird nahezu gewiss durch neuere Beobachtungen Brandt's*). Derselbe konnte zunächst, wie Greeff, das Hervorbrechen von Amöben und Flagellaten aus der Leibessubstanz abgestorbner Actinosphaerien mehrfach bestätigen. Weiterhin fand er jedoch, dass

*) Brandt, K., Ueber Actinosphaerium Eichhornii. Inaug.-Dissert. Halle 1877, und: Untersuchungen an Radiolarien. Monatsber. der Berl. Akad. f. 1881, p. 388, 1 Taf.

sich in den Nahrungsvacuolen dieses Heliozoon sehr häufig und in sehr reichlicher Menge kleine einzellige pflanzliche Schmarotzer vorfinden, welche sehr wahrscheinlich den erwähnten Flagellaten den Ursprung geben. Brandt glaubt diese Schmarotzer am nächsten der Saprolegnaceengattung Pythium verwandt. Dieselben stellen kleine, 0,005 - 0,013 Mm. Durchmesser erreichende kuglige Zellen dar, mit deutlicher derber Membran und hellem Plasma, welches einen centralen Nucleus und eine verschiedne Anzahl stark glänzender Körner einschliesst. Diese Pilzzellen sitzen den Nahrungseinschlüssen der Vacuolen auf und scheinen sich auch hauptsächlich von diesen zu ernähren. Werden sie mit den unverdauten Resten der Nahrung aus dem Leib des Actinosphaerium ausgestossen, so gehen sie allmählich zur Fortpflanzung über. Die Einleitung hierzu besteht darin, dass die erwähnten glänzenden Körner sich zu zahlreichen feinen Granulationen umbilden, wodurch das Plasma sehr feinkörnig wird. Schliesslich tritt das Plasma in Gestalt eines schlauchartigen Fortsatzes allmählich aus der Zellmembran aus, ballt sich hierauf kuglig zusammen und zerfällt schliesslich in eine grosse Zahl kleiner, zweigeissliger Schwärmer.

In seiner ersten Mittheilung über diese Parasiten hebt Brandt noch hervor, dass er einen Ballen solcher einzelliger Schmarotzer häufig im Centrum gewisser Sonnenthierchen beobachtet habe, welcher Ballen die Vacuole, die ihn einschloss, nahezu ausfüllte (wenigstens scheint dies der Sinn der etwas schwer verständlichen Beschreibung zu sein). Auch diese Schmarotzer zeigten nach ihrer Entleerung denselben Fortpflanzungsprocess, jedoch wurde derselbe, wenigstens das Auftreten von Schwärmern, auch gelegentlich im Innern des Actinosphaerium, nachdem dasselbe abgestorben war, beobachtet. Nicht unähnliche einzellige Schmarotzer beobachtete Brandt jedoch auch inmitten des Plasmas freilebender wie encystirter Actinosphaerien, jedoch auch in grosser Menge in der Nähe absterbender Exemplare. Eigenthümlich war diese Schmarotzerform durch die Gegenwart zweier pulsirender Vacuolen. Letzterwähnte Schmarotzer zeigten entweder „ruckartige" Bewegungen oder zuweilen auch deutlich amöboide. Ein Theil der amöboiden Körperchen liess weiterhin eine lange Geissel erkennen.

Nach diesen Erfahrungen Brandt's erscheint es sehr wahrscheinlich, dass die Amöben und Flagellaten, welche Greeff für die Embryonen des Actinosphärium anzusehen geneigt war, in den Entwicklungskreis der eben erwähnten oder ähnlicher pflanzlicher Schmarotzer gehören.

Wir müssen weiterhin eines interessanten, von Archer*) nachgewiesenen Falles von Parasitismus gedenken. Derselbe bemerkte häufig Exemplare der Acanthocystis turfacea, deren grüne Weichkörpermasse zum Theil zerstört war und an deren Stelle sich 1 bis 3 kleine Rotatorieneier vorfanden. Bei der Anwesenheit dreier Eier war

*) Nr. 32 (Vol. IX.).

der Acanthocystiskörper gewöhnlich gänzlich der Vernichtung anheimgefallen. Die Eier des kleinen Räderthieres entwickelten sich unter dem Schutz der Skelethülle der Acanthocystis und die aus ihnen hervorgegangnen Jungen (einigermassen ähnlich der Gattung Monolabis) durchbrachen schliesslich diese Hülle und entfernten sich. Wie gesagt, scheint die Acanthocystis nur bei Anwesenheit mehrerer solcher parasitischer Eier völlig zu Grunde gerichtet zu werden. Leider ist bis jetzt Näheres, namentlich die Art des Importes dieser parasitischen Eier, nicht ermittelt worden.

Was die geographische Verbreitung betrifft, die bei unsrer, erst in neuerer Zeit einem eingehenderen Studium unterworfnen Abtheilung natürlich nur wenig bekannt ist, so dürfte dieselbe für die Süsswasserformen wenigstens eine ähnlich weite sein, wie bei den Rhizopoden. Die zum Beleg hierfür beizubringenden Daten sind, wie gesagt, wenige; Actinophrys ist bekannt aus Europa, Nordamerika und Ostindien, Actinosphaerium, Raphidiophrys, Acanthocystis und Clathrulina sind ferner von Leidy auch in Nordamerika nachgewiesen worden, und zwar sämmtlich in mit europäischen identischen Arten.

Ueber die Ernährungsverhältnisse der Heliozoa braucht hier kaum noch etwas Genaueres mitgetheilt zu werden, da die Art der Nahrungsaufnahme schon bei früherer Gelegenheit besprochen und die Natur der Nahrungsstoffe z. Th. gleichfalls schon früher angedeutet wurde, im Ganzen jedoch auch kein besonderes Interesse darbietet. Die Nahrung wird sowohl dem thierischen wie pflanzlichen Reich entnommen und zwar scheint die eine Form sich mit Vorliebe oder ausschliesslich von thierischen, die andere von pflanzlichen Organismen zu ernähren, dritte hingegen ihren Bedarf aus beiden Gebieten zu decken. Es sind nicht immer die allerniedersten und kleinsten thierischen Organismen, welche den Heliozoën zum Opfer fallen; schon Eichhorn sah das Actinosphaerium mehrere Wasserflöhe (Daphniden) und einen Chaetonotus verschlingen und ich kann mir nicht versagen, die Worte, mit welchen er die Raubgier dieser Heliozoë schildert, anzuführen; er sah in einem Actinosphaerium „wie in einer Mördergrube, die Todten-Gebeine von 2 bis 3 Wasserflöhen liegen“. Leidy (50) fand gleichfalls Actinosphaerium sehr gefrässig und zwar ernährt sich nach ihm diese Form wie Actinophrys hauptsächlich von einzelligen Algen (Diatomeen, kleineren Desmidiaceen etc.), Zoosporen, Ciliaten, Flagellaten und Rotatorien.

Für zahlreiche Formen fehlen jedoch bis jetzt noch Beobachtungen über die Natur ihrer Nahrung.

Dass von fossilen Heliozoën bis jetzt durchaus nichts bekannt ist, bedarf keiner weiteren Erörterung.

III. Unterabtheilung (Unterklasse).

Radiolaria.

1. Uebersicht der historischen Entwicklung unsrer Kenntnisse von den Radiolarien.

Während die Abtheilung der Rhizopoda schon in verhältnissmässig sehr früher Zeit die Aufmerksamkeit zahlreicher Forscher, wenn auch nur durch ihre todten Schalenreste, beschäftigte, blieben dagegen die nun zu betrachtenden Radiolarien bis in unser Jahrhundert völlig unbekannt. Dennoch stehen sie an Reichthum und Mannigfaltigkeit der Entwicklung durchaus nicht hinter den Rhizopoden zurück; die Untersuchungen der neuesten Zeit scheinen im Gegentheil zu beweisen, dass die Radiolarien die umfangreichste und mannigfaltigste, daher auch in vieler Hinsicht die interessanteste Abtheilung der Sarkodinen bilden. Die geringe Beachtung, welche die Angehörigen unsrer Abtheilung bis in verhältnissmässig neue Zeit gefunden haben, erklärt sich z. Th. wenigstens aus ihrer entweder pelagischen oder profunden Lebensweise und ihrer Kleinheit. Die küstenbewohnenden Rhizopoden erfreuten sich viel früher der Theilnahme der Beobachter. Aus den ersten Decennien unsres Jahrhunderts liegen einige Beobachtungen über kleine leuchtende Thierchen vor, welche unter den Tropen an der Oberfläche der hohen See in grosser Menge von Tilesius (1803—1806) und Baird*) (ca. 1830) neben andern Leuchtthieren an-

*) Vergl. hierüber Tilesius, Atlas zu Krusenstern's Reise um die Welt, ausgef. in den Jahren 1803—6, Taf. XXI. Fig. 16a—b und Fig. 20a—c, weiter auch: Tilesius, Ueber das nächtliche Leuchten des Meerwassers, in Annalen der wetterauischen Gesellschaft III. Bd. 1814 und in Gilbert's Annalen der Physik, 61. Bd. 1819 Leuchtende Meer-Infusionsthierchen. Die hier in Frage kommenden Wesen wurden von Tilesius als Infusionsthierchen bezeichnet und wohl für die damalige Zeit nicht schlecht abgebildet (speciell in dem Atlas zu Krusenstern's Reise). Den als Leucophrys echinoides bezeichneten Organismus halte ich mit Häckel wohl für eine zweifellose Acanthometride, wogegen mir die Mammaria adspersa ganz den Eindruck einer Thalassicolla nucleata macht; nicht nur die Grössenverhältnisse und die innere Pigmentanhäufung stimmen damit gut überein, sondern er zeichnet auch auf den vergrösserten Darstellungen derselben eine Structur der äusseren Region, welche sich recht wohl auf die concentrisch geschichtete Anordnung der extrakapsulären Vacuolen zurückführen lässt. Ehrenberg wollte, in wohl jedenfalls irriger Weise, die Mammaria des Tilesius mit dem

getroffen wurden und welche spätere Forscher wohl mit Recht auf Radiolarien (Colliden, Sphaerozoeen und auch Acanthometreen) bezogen.

Grössere Sicherheit bieten die Beobachtungen über Radiolarien, welche Meyen auf einer Reise um die Erde 1832—34 (Nr. 1) anstellte.

Er beschrieb drei Formen, von welchen die als Sphaerozoum bezeichnete eine sichere Sphaerozoide ist, deren Skeletgebilde er nach Form und chemischer Natur (Kiesel) schon richtig erkannte. Zweifelhafter dagegen sind die zwei unter dem Gattungsnamen Physematium geschilderten Formen. Ob sich unter ihnen wirklich Angehörige der Familie der Colliden und speciell solche der Gattung Physematium im heutigen Sinne finden, scheint um so zweifelhafter, als einzelne der abgebildeten Exemplare wohl ohne Bedenken auf Collozoum, eine Form der Sphaerozoeen, zu beziehen sind. Merkwürdig ist, dass Meyen diesen Wesen eine energische Beweglichkeit zuschreibt. Hinsichtlich der allgemeinen Auffassung der beobachteten Organismen kam unser Forscher zu dem Schluss: dass sie den Thieren zuzurechnen seien und eine besondere Familie bildeten, welche er wegen ihrer Aehnlichkeit mit den Nostochinen unter den Pflanzen (Algen) als Palmellaria bezeichnete und mit einer weiteren Familie in eine besondere Thierklasse der Agastrica einreihte.

Der weitere Fortschritt der Radiolarienforschung knüpft sich, wie wir Aehnliches auch schon bei den Rhizopoda gefunden haben, an das Studium der Skeletreste an, welche an einigen Orten der Erdoberfläche in grosser Menge in Tertiärschichten angehäuft getroffen werden. Die Erforschung dieser fossilen Radiolarienreste verdanken wir fast ausschliesslich den unermüdlichen Bemühungen Ehrenberg's, der seit 1838 auch diesen Protozoën seine Aufmerksamkeit zuwandte. Ausser den fossilen Radiolarien verschiedener Fundorte, welche er allmählich beschrieb und abbildete, zog er bald auch die am Grunde der Tiefsee abgelagerten kieseligen Skelete in den Kreis seiner Forschungen. Wenn sich Ehrenberg nun auch derart um die Kenntniss der Skeletbildungen der Radiolarien sehr grosse Verdienste erworben hat — grössere vielleicht noch hinsichtlich unsrer Kenntnisse von der Verbreitung der Radiolarienreste in den Erdschichten und dem Tiefseeschlamm — so vermochte er doch auch auf diesem Felde nicht durch seine Forschungen zu einem annähernd richtigen Verständniss der Organisation und der allgemeinen Auffassung der Gruppe zu gelangen. Lebende Radiolarien hat er nur einmal in der Nordsee (1839 Nr. 3) und ganz unvollständig beobachtet. Was er daher gelegentlich

---

Physematium von Meyen identificiren und hielt beide ebenso irrthümlich für Medusen. Der obige Exkurs rechtfertigt sich wohl dadurch, dass es sich hier um die erstmaligen Beobachtungen von Radiolarien handelt. — Baird, W., London Magaz. of nat. hist. Vol. III. 1830 und Vol. IV. 1831, auch Ehrenberg, Das Leuchten des Meeres. Abh. d. Berl. Ak. a. d. J. 1834. Eigenthümlich ist, dass kein späterer Forscher, mit Ausnahme von Macdonald, etwas von dem Leuchtvermögen der Radiolarien berichtet, während die eben erwähnten ersten Beobachter, Tilesius und Baird, wie auch Meyen, dasselbe bestimmt behaupten, wenn anders die Beziehung der von ihnen beschriebnen Organismen auf Radiolarien richtig ist.

über die Natur und systematische Stellung unsrer Wesen äussert, ist sehr mangelhaft und besserer Einsicht, welche von anderer Seite beigebracht wurde, verschloss er sich auch auf diesem Gebiet gleich hartnäckig wie auf anderen.

Ueberschauen wir nun ganz flüchtig die Thätigkeit, welche Ehrenberg auf dem bezeichneten Gebiete im Laufe der Jahre 1838—1875 entfaltete. Die ersten Funde hierhergehöriger Organismen machte er bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über die Kreide und verwandte Gesteinsbildungen. In den fälschlich zur Kreideformation gerechneten Mergeln von Caltanisetta (Sicilien), Zante (Griechenland) und Oran (Nordafrika) traf er 4 hierhergehörige Gattungen, welche er 1838 (Nr. 2) beschrieb. Eine Reihe weiterer Fundstätten fossiler Radiolarien in Nordamerika (Richmond, Petersburg in Virginien und Piscataway in Maryland) wurden 1844 von ihm kurz beschrieben (Nr. 4, 1844), wodurch, wie durch das genauere Studium der schon früher erwähnten Fundorte, sowie eines weiteren Vorkommens auf den Bermuda-Inseln, die Zahl der bekannten Arten und auch Gattungen (6) ziemlich vermehrt wurde.

Eine ungeahnte Bereicherung fand jedoch die Zahl der Formen plötzlich im Jahre 1846 durch die Untersuchung eines von R. Schomburgk auf Barbados entdeckten, veritablen Radiolariengesteins, dessen Studium Ehrenberg mit grossem Eifer unternahm, so dass er schon nach wenigen Monaten 282 Arten und 44 Genera der Radiolarien unterschied, welche er auf 7 Familien vertheilte (Nr. 4; 1846 u. 47). Die genauere Charakteristik der Barbadosformen und die bildliche Darstellung derselben (abgesehen von einer Anzahl Formen, welche in der gleich zu erwähnenden Mikrogeologie bildlich dargestellt wurden) verzögerte sich jedoch bis zu dem Jahre 1873, resp. 1875 (Nr. 4, 1873 u. Nr. 26).

Ein an das Barbadosgestein an Reichthum erinnerndes Vorkommen auf den Nikobareninseln erörterte Ehrenberg kurz 1850 (Nr. 4), jedoch wurde eine genauere Beschreibung der hier neugefundenen Arten nicht gegeben und nur ein Theil derselben fand in der Mikrogeologie eine bildliche Erläuterung. Nur sehr unwesentlich vermehrt wurden unsre Kenntnisse der fossilen Radiolarien durch zwei von Ehrenberg 1855 und 56 ermittelte neue Fundstätten zu Simbirsk (bei Kasan) und Morro de Mijellones auf der Grenze zwischen Chile und Bolivia.

In der 1854 erschienenen Mikrogeologie wurden eine Reihe der fossilen Radiolarienreste (72 Arten) bildlich dargestellt, ohne jedoch durch Beschreibungen genauer erläutert zu werden. Ueberhaupt ist dies nur für die Radiolarienfauna des Barbadosgesteins, wie erwähnt, späterhin 1873 (Nr. 4) ausgeführt worden, die denn auch 1875 (Nr. 26) in Abbildungen ausreichend dargestellt wurde. In der letzterwähnten Abhandlung zog Ehrenberg schliesslich das Facit seiner Studien über fossile Radiolarien, als deren Ergebniss er nicht weniger wie 326 Formen aufzählen konnte (oder vielmehr 362, wenn wir die von Ehrenberg unrichtiger Weise unter

die Diatomaceen verwiesenen Gattungen Mesocaena und Dyctiocha an ihre richtige Stelle, d. h. zu den Radiolarien, bringen).

Schon seit 1844 beschäftigte sich Ehrenberg auch mit den Radiolarienresten der heutigen Meere, weniger den an der Oberfläche des Meeres, so im sog. Pancake-Eis des Südpolarmeeres eingeschlossenen, sowie anderen aus Chaetocerosflocken und dem Magen von Salpen, vorwiegend vielmehr mit den Resten der tiefen Meeresgründe.

Im Laufe der Jahre wurden so untersucht: Grundproben des atlantischen Oceans (4; 1854 u. 1857), solche des ägäischen Meeres (1854) und weiterer Punkte des Mittelmeeres (1857 u. 1858), des stillen Oceans (Kamtschatka 1856)*), ferner des indischen Oceans östlich von Zanzibar (1859), des stillen Oceans zwischen Californien und den Sandwichinseln, sowie eine Probe aus grosser Tiefe zwischen den Philippinen und Marianen (1860), des mexikanischen Golfes (1861) und des arktischen Meeres (1869). Eine Zusammenfassung und Vervollständigung erfuhren diese Tiefseeuntersuchungen Ehrenberg's 1873 (Nr. 25), nachdem schon 1872 (4, 1872) 113 neue Arten aus der Tiefsee diagnosticirt worden waren. In der tabellarischen Uebersicht, welche Ehrenberg dieser Zusammenfassung beigibt, führt er 278 Formen auf, welche sich unter Einreihung der gleichzeitig zusammengestellten Dictyocha- und Mesocaenaformen auf 315 vermehren. Von diesen Formen, wie von den früher erwähnten fossilen sind jedoch Ehrenberg selbst eine ziemliche Zahl zweifelhaft geblieben und eine nicht unbeträchtliche Zahl wurde weder durch Abbildungen noch durch Beschreibungen erläutert.

Um zu einer richtigen Beurtheilung der Leistungen Ehrenberg's auf dem Gebiet der Radiolarien zu gelangen, müssen wir hier schliesslich noch seiner Ansichten über die Organisation und die systematische Stellung unsrer Gruppe gedenken.

Seine ursprüngliche Auffassung unsrer Formen, welcher er 1838 (Nr. 2), wenngleich nur auf die Kenntniss der Skelete weniger Formen gestützt, Ausdruck verlieh, ging dahin, sie seiner Abtheilung der Polygastrica (etwa Infusorien + Diatomaceen im heutigen Sinne) als eine neue Familie der Polycystina (oder Arcellina composita) einzureihen und sie namentlich von seinen Polythalamia, welche er bekanntlich den Bryozoa zurechnen wollte (vergl. hier. p. 6—7), scharf zu scheiden. Nach ausgedehnterem Studium ihrer Skelettheile (hauptsächlich der Barbadosformen) gelangte er jedoch 1847 (4) zu einer ziemlich abweichenden Auffassung, indem er sie jetzt gerade den Polythalamien wieder zu nähern sucht, ihnen einen einfachen, schlauchartigen Darm zuschreibt, sie daher aus der Gruppe der Polygastrica entfernt und seinen Schlauchthieren (Tubulata) als besondere Klasse neben Bryozoën, Rotatorien, Nematoiden, Echinoiden und Holothurien einreihte.

*) Bezieht sich auf die Untersuchungen des amerikanischen Forschers Bailey (Nr. 7), welcher eine Anzahl Radiolarien aus Grundproben des kamtschatkaischen Meeres beschrieb.

Im wesentlichen beharrte Ehrenberg auch in seinen späteren Mittheilungen über die Polycystinen (1873, 25 u. 1875, 26) auf seiner letztbesprochenen Anschauung über die Verwandtschaftsbeziehungen und die systematische Stellung der Abtheilung; jedoch herrscht in seinen Aussprüchen eine so grosse Unklarheit, dass sich ein zufriedenstellendes Bild derselben kaum skizziren lässt. 1872 bezweifelt er, ob sich die ganze seitdem als Radiolarien charakterisirte Gruppe zu den thierischen Organismen rechnen lasse. 1875 muss er „Anstand nehmen", auf die neuerdings an der Oberfläche der Meere von Anderen „angeblich lebend" beobachteten Radiolarien weiter einzugehen und hebt hervor, dass es nach seinen früheren Kenntnissen nöthig geworden war, die Klasse der Polycystinen in die Nähe der Holothurien systematisch einzuordnen. Die bisher beobachteten gallertartigen Erfüllungen der Polycystinen hält er für zu wenig organisirt gegen den vielfach zusammengesetzten, künstlichen Bau des zierlichen Kieselgerüstes. Auch die grosse Mannigfaltigkeit der Formen spräche gegen einen so einfachen Bau. Die Pseudopodien (nach ihm Fäden) scheinen ihm nicht contractil, daher nicht vergleichbar denen der Polythalamien, noch denen der Amöben und Arcellinen; sie besässen aber manche Aehnlichkeit mit den Oscillarien. Dagegen spricht er auf der folgenden Seite doch wieder von dem „bemerkenswerthen Anklang" zwischen den Skeletbildungen der Polycystinen und Arcellinen. So sehen wir denn, dass Ehrenberg, trotz seiner sehr erheblichen Verdienste um die Erkenntniss der grossen Mannigfaltigkeit der Skeletverhältnisse und das Vorkommen unsrer Abtheilung im fossilen und lebenden Zustand, durchaus nichts beigetragen hat zu einer wirklichen Aufklärung der Organisation und systematischen Position unsrer Gruppe. Seine Ansichten über die systematische Gruppirung der ihm bekannt gewordenen Radiolarien (worunter jedoch sehr wichtige Gruppen ganz fehlen) werden wir erst später im systematischen Abschnitt kurz erörtern können; auch werden erst später seine Anschauungen über Vorkommen und Lebensweise der Radiolarien in unseren heutigen Meeren ihre Besprechung finden.

Erst vom Jahre 1851 können wir die eigentliche Erforschung der Organisation der Radiolarien datiren und zwar wurde dieselbe durch die trefflichen Untersuchungen eines auf zahlreichen Gebieten der zoologischen Forschung hervorragenden englischen Naturforschers, Huxley, inaugurirt, welcher auf einer Reise um die Erde Gelegenheit hatte, Vertreter dreier Geschlechter der Sphaerozoea (Collozoum, Sphaerozoum und Collosphaera), sowie einen Repräsentanten der Collida (Thalassicolla nucleata) zu untersuchen (Nr. 5). In Anbetracht des damaligen Standes der Protozoënkunde und der Zellenlehre dürfen wir die Leistungen Huxley's recht hoch anschlagen. Er zog auf Grund seiner Untersuchungen die beobachteten Formen zu den Protozoën Siebold's und verglich schon sehr richtig die Thalassicolla nucleata mit dem durch Kölliker's Untersuchungen genauer bekannt gewordenen Actinosphaerium. Sein Vergleich der monozoën Thallasicolla nucleata mit den polyzoën Spharozoën traf schon im

Wesentlichen das Richtige, wenn er auch darin fehlte, dass er beide in directen, durch die Fortpflanzung bedingten Zusammenhang bringen wollte. Im Speciellen klärte er die wichtigsten organisatorischen Bestandtheile in meist zutreffender Weise auf, so die Centralkapsel, deren Membran er nachwies und die er bei den Sphaerozoën als Zelle bezeichnete, als deren Nucleus er die centrale Oelkugel ansprach. In der Centralkapsel (vesicle) der Thalassicolla beobachtete er das Binnenbläschen, dessen Kernnatur er vermuthete, sowie die Oelkugeln und Eiweisskugeln, welch beide als Zellen aufgefasst wurden. Die Gallerte und ihre Vacuolen, welch letztere richtig im Sinne Dujardin's gedeutet wurden, die gelben Zellen und schliesslich auch das die Gallerte durchsetzende Protoplasmanetz beobachtete er und nahm sogar schon bei Thalassicolla dessen Körnchenströmung wahr. Dagegen blieben ihm die eigentlichen Pseudopodien unbekannt.

Eine wissenschaftliche Begründung auf breiterer Grundlage wurde jedoch unsrer Abtheilung erst durch die höchst wichtigen Untersuchungen Joh. Müller's zu Theil, welche er in einer Reihe von Mittheilungen, die 1855 begannen (Nr. 8—11) und ihren Abschluss in der, erst 1858 nach Müller's Tode erschienenen Abhandlung „Ueber die Thalassicolleen, Polycystinen und Acanthometreen des Mittelmeers" (Nr. 12) fanden, worin auch zuerst die erläuternden Abbildungen zur Veröffentlichung kamen, niederlegte. Müller's Verdienste um die Erforschung und namentlich auch die richtige Umgrenzung unsrer Abtheilung sind sehr gross, so dass der beschränkte Raum uns hier nur die Andeutung des Wichtigsten gestattet. Ihm zuerst gelang es, lebende Vertreter der Ehrenberg'schen Polycystinen zu studiren und ihren im Wesentlichen mit den Huxley'schen Thalassicollen und dem Meyen'schen Sphaerozoum übereinstimmenden Bau zu erweisen. Weiterhin entdeckte er zuerst eine bis dahin unbekannte grosse Abtheilung hierhergehöriger Wesen, die Acanthometreen, deren Bauverhältnisse er schon sehr trefflich aufklärte. Wenngleich er sich anfänglich noch zweifelnd über die Zusammengehörigkeit der Thalassicolleen, Polycystinen und Acanthometreen aussprach, führten ihn seine weiteren Studien doch bald zu der richtigen Erkenntniss der nahen Verwandtschaft dieser 3 Gruppen und damit zur Begründung der umfassenderen Abtheilung der Radiolarien, deren verwandtschaftliche Beziehungen er gleichfalls zuerst näher und richtig begründete. Zu diesem Fortschritt führte ihn namentlich die Entdeckung, dass die Oberfläche unsrer Wesen im Leben mit ähnlichen fadenförmigen Ausläufern ausgerüstet sei, wie solche bei den Rhizopoden (speciell den damals bekannten Heliozoën und den sogen. Polythalamien) sich finden. Die völlige Gleichwerthigkeit dieser fadenförmigen Ausläufer mit den Pseudopodien der Rhizopoden erwiesen jedoch erst 1856 zwei Schüler Müller's, Claparède und Lachmann (Nr. 10 u. Nr. 14), welche den Nachweis führten, dass die Fäden der Acanthometreen dieselbe Körnchenströmung wie die der Polythalamien und der Actinophrys zeigen und dass sie weiterhin befähigt sind durch Verästelungen Anastomosen und Netze

zu bilden, wie solches ja durch M. Schultze für die Polythalamien so überzeugend nachgewiesen worden war. Müller konnte in der Folge diese Beobachtung für alle Gruppen seiner Radiolarien bestätigen. Er stand dann auch nicht mehr an, die ganze Abtheilung zu den Rhizopoda zu ziehen und sie neben den durch M. Schultze's Untersuchungen so wohl bekannten Polythalamia oder Rhizopoda polythalamia als Radiolaria oder Rhizopoda radiaria einzureihen, indem er auch schon die radiäre Anlage des Baues als bedeutungsvoll für die gesammte Gruppe erkannte. Unsicher blieb er dagegen über die Beziehungen seiner Rhizopoda radiaria zu Actinophrys und den Süsswasserrhizopoden, wobei ihn namentlich die contractilen Vacuolen letzterwähnter Formen genirten, welche ihm eine nähere Verwandtschaft zu den Infusorien zu verrathen schienen; er trennte dieselben denn auch als „rhizopode Infusorien" von den eigentlichen Rhizopoden.

Auch weitere specielle Organisationseigenthümlichkeiten wurden durch die Forschungen Müller's wesentlich aufgeklärt; so einmal die Verbreitung und Wichtigkeit einer häutigen Umhüllung des centralen Körpers (Centralkapsel), jedoch scheint ihm die grosse Bedeutung dieser Einrichtung im Gegensatz zu den übrigen Sarkodinen nicht hinreichend klar geworden zu sein, wie er auch im Speciellen bei den Acanthometreen die Centralkapsel nicht richtig erkannt hat. Wesentlich erscheint weiterhin noch der Nachweis der wirklichen Zellennatur der sogen. gelben Zellen und ihrer selbstthätigen Vermehrung und die erste, wenn auch noch unsichere Beobachtung über die Fortpflanzung einer Acanthometree. Rechnen wir hierzu noch die beträchtliche Vermehrung, welche die Zahl lebend bekannter Radiolarien durch die Müller'schen Untersuchungen erfahren hat und die nicht unwichtigen Aufklärungen über den Skeletbau, so verschwinden gegen diese wichtigen Förderungen unsres Wissens die Missgriffe Müller's in der Deutung der Radiolarienorganisation. Dass Müller noch nicht zu einer richtigen Abwägung der morphologischen Werthigkeit einzelner Theile des Radiolarienorganismus gelangte, scheint uns bei dem damaligen Stand histologischer Forschungen leicht begreiflich, ist ihm darin doch auch sein Nachfolger E. Häckel noch wesentlich treu geblieben, speciell in der Unsicherheit der Auffassung der sogen. Alveolen (Vacuolen Huxley's) und der Auffassung einer Reihe von Bestandtheilen als Zellen, welche später als nicht zellig erkannt wurden. Auch die Verkennung der umhüllenden Gallerte des Radiolarienkörpers durch Müller erscheint von geringem Gewicht, wenn wir sehen, dass Häckel sich ihm auch hierin vollständig anschloss.

Waren in dieser Weise die Radiolarien durch J. Müller zu einer ziemlich wohlerforschten Protozoëngruppe geworden, so erhoben sie die ausgedehnten Untersuchungen eines seiner hervorragendsten Schüler, E. Häckel, schon nach wenigen Jahren (1862) zu einer der besterforschten damaliger Zeit.

Häckel vereinigte in seiner umfangreichen Monographie dieser Gruppe (Nr. 16) nicht nur seine eigenen, tiefgehenden Untersuchungen über die

reiche Radiolarienfauna des Mittelmeers, sondern suchte auch weiterhin das gesammte damalige Wissen über diese Gruppe zusammenzustellen; so namentlich die zahlreichen und sehr zerstreuten Arbeiten Ehrenberg's. Auf Grundlage dieser Studien gab er dann eine vollständige systematische Uebersicht der bekannten Radiolarien, die nur deshalb z. Th. etwas unsicher erscheint, weil zahlreiche der von Ehrenberg namhaft gemachten und kurz beschriebenen Gattungen und Arten sehr mangelhaft bekannt waren, und sich daher einer gesicherten Beurtheilung entzogen.

Die directe Vermehrung unsrer Kenntniss der Radiolarienformen, welche wir der Häckel'schen Monographie verdanken, ist sehr beträchtlich, nicht weniger wie 144 neue Formen wurden darin, meist nach Beobachtungen im lebenden Zustande, beschrieben, so dass die Zahl der lebend beobachteten Radiolarien sich hierdurch auf etwa das vierfache der 1858 bekannt gewesenen erhob. Ein tiefgehendes Studium der Bauverhältnisse des Weichkörpers befähigte Häckel denn auch, die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Radiolarien gegenüber den übrigen Sarkodinen schärfer zu betonen. Namentlich erkannte er die volle Wichtigkeit der Centralkapsel, welche er denn auch überall nachwies. Weiterhin erhalten wir durch seine Forschungen zum ersten Mal ein gesichertes Bild des eigentlichen Aufbaues des Radiolarienkörpers, indem er die den Körper zusammensetzende Sarkode zuerst genauer studirte und sie in extra- und und intrakapsuläre unterschied. Dagegen gelang es auch ihm nicht, so wenig wie seinem Vorgänger Müller, über die morphologische Werthigkeit der in der Sarkode sich vorfindenden verschiedenen Bestandtheile zu hinreichender Klarheit zu gelangen. Die unzweifelhafte Zellennatur der bei den Radiolarien so verbreiteten gelben Zellen gab wohl Veranlassung, auch manches für Zellen zu erklären, was durch bessere Erkenntniss als nichtzellig erkannt wurde, so die intrakapsulären Alveolen, die wasserhellen Bläschen und wohl auch mancherlei sogen. Pigmentzellen der intra- und extrakapsulären Sarkode. Andrerseits blieb ihm jedoch auch die morphologische Bedeutung wichtiger Theile unklar, so die des Binnenbläschens, dessen Kernnatur er nicht erkannte, wie er denn überhaupt die Kernverhältnisse unsrer Wesen sehr unsicher liess. Alle diese Umstände vereint, mussten die morphologische Bedeutung, welche Häckel dem Radiolarienorganismus zuschrieb, wesentlich anders gestalten, wie die jetzt geläufige, indem er in ihm nicht einen ein-, sondern einen mehrzelligen Organismus sah, dessen gemeinsamer Sarkodekörper einestheils als das Produkt der Verschmelzung zahlreicher Zellenleiber zu betrachten sei, andrerseits jedoch noch eine ganze Anzahl verschiedenartiger, selbstständiger Zellen umschliessen könne.

Nicht sehr erheblich waren die Fortschritte, welche Häckel auf dem schwierig zu erforschenden Gebiet der Fortpflanzungserscheinungen der Radiolarien machte, doch erweiterte er auch in dieser Richtung unsre Kenntnisse etwas und suchte in seiner Monographie namentlich auch die übrigen Lebenserscheinungen, soweit möglich, nach allen Richtungen aufzuklären.

Eine Reihe kleinerer Arbeiten verschiedner Forscher, die in den Jahren 1862—70 erschienen (Nr. 15—22), trugen nur wenig zu dem tieferen Verständniss unsrer Organismen bei und sollen daher hier nicht specieller erwähnt werden; z. Th. blieben sie sogar hinter dem schon Erreichten zurück. Kurz erwähnen wollen wir nur 2 Arbeiten Schneider's (13 u. 19, von welchen die eine schon vor das Erscheinen der Häckel'schen Monographie fällt), durch welche einige Punkte von Wichtigkeit ermittelt wurden; auch Häckel erweiterte durch zwei kleinere Arbeiten der Jahre 1865 und 1870 unsere Kenntnisse der Radiolarien noch etwas, ohne jedoch in der Gesammtauffassung derselben seinen früheren Standpunkt wesentlich zu ändern.

Im Jahre 1871 machte Cienkowsky einen wichtigen Schritt vorwärts, da er zuerst die schon von Joh. Müller, Schneider und Häckel unvollständig und daher unsicher beobachtete Fortpflanzungsweise der Radiolarien durch Schwärmerbildung des Centralkapselinhalts bei zwei Sphaerozoëen überzeugend nachwies (23).

Diese Untersuchungen Cienkowsky's wurden dann im Jahre 1876 vertieft und vervollständigt durch die wichtigen Forschungen R. Hertwig's (28), der einmal die Entstehungsweise dieser Schwärmer, und im Zusammenhang damit die Beschaffenheit des Centralkapselinhalts sehr genau untersuchte, andrerseits dieselbe Fortpflanzungsweise auch noch bei andern Radiolarien ermittelte. Weitere Vervollständigungen auf diesem Gebiet brachte in der neuesten Zeit noch eine Arbeit von K. Brandt (36), was an dieser Stelle gleich bemerkt werden mag. Namentlich wurde Hertwig durch seine Beobachtungen, im Zusammenhange mit den fortgeschrittenen Erfahrungen der histologischen Forschung überhaupt, zu einer genaueren Ermittelung der Kernverhältnisse und des morphologischen Werthes der verschiedenen Inhaltskörper der Radiolariensarkode geführt. Als Resultat dieser Beobachtungen ergab sich denn für ihn eine gegenüber Häckel wesentlich modificirte Auffassung des Radiolarienorganismus, welche jedoch erst in der zweiten, grösseren Arbeit Hertwig's (1878, Nr. 33) zu völliger Geltung kam. — Schon Cienkowsky hatte es sehr wahrscheinlich gemacht, dass die bei den Radiolarien in der extrakapsulären Sarkode so verbreiteten gelben Zellen nicht dem Organismus dieser Geschöpfe selbst angehörten, sondern fremde, pflanzliche Eindringlinge seien. R. Hertwig führte dann in seiner ersten und in viel weiter ausgedehntem Maassstabe in seiner zweiten Arbeit den Nachweis, dass fast sämmtliche der von Joh. Müller und Häckel als Zellen aufgefassten Inhaltsgebilde der Radiolariensarkode kein Anrecht auf diese Bezeichnung hätten, sondern Inhaltskörper seien, wie sie bei echten Zellen getroffen werden. Wenn nun auch von Hertwig das Vorkommen echter, selbstständiger Zellen im Protoplasma der Radiolarien nicht durchaus in Abrede gestellt werden konnte, wie später noch ausführlich zu begründen sein wird, so musste er als Gesammtresultat seiner Studien doch den Schluss ziehen, dass der Organismus der Radiolarien sich wie der der übrigen

Protozoën seinem innersten Wesen nach als ein einzelliger erweise. Hiermit war denn auch für die letzte Protozoënabtheilung, bei welcher noch Zweifel über eine solche Auffassung zulässig waren, dieser Nachweis erbracht.

Aber auch für zahlreiche morphologische und biologische Specialfragen waren die Arbeiten Hertwig's von tiefgehender Bedeutung. So wurde von ihm zuerst die allgemeine Verbreitung und hohe Bedeutung der gallertigen Umhüllung des Radiolarienkörpers ermittelt, welche Joh. Müller und Häckel für eine Leichenerscheinung erklärt hatten. Besonders fruchtbringend waren die Hertwig'schen Arbeiten weiterhin für die genauere Erkenntniss des Baues der Centralkapsel und, theils im Zusammenhang damit, die Vertiefung und natürlichere Gestaltung unserer Anschauungen über das genealogische System der zahlreichen Formen, wobei auch die Skeletverhältnisse eine eingehende und meist zutreffende Würdigung erfuhren.

Wir dürfen daher in den Hertwig'schen Arbeiten ohne Zweifel die bedeutsamste Förderung unsrer Radiolarienkenntnisse seit dem Erscheinen der Häckel'schen Monographie erblicken.

Die neueste Zeit hat uns jedoch gelehrt, dass *das*, was wir bis jetzt von der Mannigfaltigkeit der Radiolarienformen kannten, nur einen kleinen Bruchtheil des unsre Meere bevölkernden Formenreichthums dieser Abtheilung darstellt. Hierüber haben uns zuerst die über die gesammten Meere hin ausgedehnten Forschungen der Challengerexpedition unerwartete Aufschlüsse gebracht. Obgleich die Untersuchungen Häckel's über die Radiolarienmaterialien dieser Expedition bis jetzt noch nicht in ausführlicher Publikation vorliegen, erhellt aus seinen vorläufigen Mittheilungen (Nr. 34 und 37), dass mehr wie 2000 neue Formen in jenen Materialien enthalten sind. Natürlich, dass diese Vermehrung der Radiolarienformen auf etwa das Vierfache der seither bekannten einen wesentlich umgestaltenden Einfluss auf unsre Ansichten von der systematisch-genealogischen Entwicklung der gesammten Reihe äussern muss, sind darunter doch ganze Mengen von Formen aus Gruppen, welche bis jetzt nur durch einige wenige Vertreter repräsentirt waren. Häckel hat denn auch auf Grund seiner Ergebnisse ein neues System entworfen, welches nicht weniger wie 630 Gattungen umschliesst. Leider entzieht sich jedoch dieser Systementwurf bis jetzt in vielen Punkten einer eingehenden Würdigung, da es nicht möglich ist, nach den vorliegenden kurzen Charakteristiken zu einem vollen Verständniss zahlreicher neuer Formen zu gelangen. Ueber biologische und einige andere die Radiolarien betreffende Resultate der Challengerexpedition liegen auch einige kurze Mittheilungen zweier Mitglieder derselben, Murray und W. Thomson vor, namentlich ergibt sich daraus, dass unsre Gruppe keineswegs als eine vorwiegend pelagische zu betrachten ist, sondern bis in die tiefsten Abgründe der Oceane hinabtaucht (27, 31).

Auch der Verfasser dieses Buches hat sich im Anschluss an Häckel und Hertwig mit Untersuchungen über den Skeletbau einer Reihe von Radiolarien beschäftigt und dadurch zur Aufklärung systematisch-genealogischer Fragen beigetragen.

Geringe Fortschritte hat bis jetzt im Allgemeinen die Erforschung der fossilen Radiolarien gemacht, welche Ehrenberg einst so eifrig inaugurirte. Unsre Kenntnisse beschränken sich auch heutzutage noch fast ausschliesslich auf die tertiären Radiolarienreste, obgleich es keinem Zweifel unterliegen kann, dass unsre Abtheilung auch schon in früherer Zeit eine reiche Entwicklung besessen hat, worauf denn auch einige Befunde von Gümbel, Waagen, Zittel und Anderen hinweisen.

Einen wesentlichen Beitrag zur Kenntniss der tertiären Radiolarienreste verdanken wir neuerdings noch E. Stöhr, welcher eine sicilianische Fundstätte genauer durchforschte. Eine Reihe kleinerer Mittheilungen der nach-ehrenberg'schen Zeit trugen zur Kenntniss der weiteren Verbreitung der Radiolarienreste in der Tertiärformation Einiges bei.

Im Allgemeinen dürfen wir am Schlusse unsrer historischen Uebersicht wohl aussprechen, dass unser Wissen von der umfangreichen Gruppe der Radiolarien sich im Laufe der Zeit zu einem ziemlich vollständigen gestaltet hat, dessen Lücken durch fortgesetzte, eifrige Untersuchungen und namentlich auch durch das von Häckel unternommene Studium des reichen Challengermaterials wohl bald noch mehr ausgefüllt werden dürften.

Literaturübersicht.

1. **Meyen, F. Z. F.,** Beiträge zur Zoologie, ges. auf einer Reise um die Erde. Nov. Act. acad. C. L. C. n. cur. Vol. XVI., Suppl. 1834. p. 160—164.
2. **Ehrenberg, Ch. G.,** Ueber die Bildung der Kreidefelsen und des Kreidemergels durch unsichtbare Organismen. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1838. p. 59 (s. auch Monatsber. 1838. p. 198).
3. —— Ueber noch jetzt lebende Thierarten der Kreidebildung und den Organismus der Polythalamien. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1839.
4. —— Monatsber. der Berliner Akademie 1844—73; 1844 p. 57 (Nordamerikanische fossile Vorkommnisse [Richmond, Petersburg, Piscataway], Charakteristik der Arten von Aegina, Zante, Caltanisetta und Nordamerika); p. 182 (Südpolareis, Meeresgrund und Meerwasser, Charakterist. neuer Arten); p. 257 (Tripel von Bermuda, Charakterist. neuer Arten dess.); 1846 u. 1847 p. 40—60 1. Taf. (Radiolarien von Barbados, Uebersicht des Polycystinensystems von Ehrenberg bis zur Charakterist. der Gattungen); 1848, 1850 pag. 476 (fossile Vorkommnisse der Nikobaren); 1854 pag. 54 (Meeresgrund atlant. Ocean), p. 236 (2 neue Genera und 51 neue Arten), p. 205 (Aegäisches Meer); 1855 p. 292 (Simbirsk, fossile Vorkommnisse); 1856 p. 197 (Tiefsee, kamtschatkaisches Meer, p. 425 (Polirschiefer von Chile); 1857 p. 538 (Tiefsee, Mittelmeer), p. 142 (Tiefsee, atlant. Ocean); 1858 p. 10 (Pylosphaera) u. p. 30 (neue Arten aus Mittelmeer); 1860 p. 765 (Tiefsee, stiller Ocean), p. 819 (Tiefsee, stiller Ocean, mit Charakterist. neuer Genera); 1861 p. 222 (Tiefsee. mexik. Golf); 1869 p. 253 (Tiefproben der Nordpolexpedit. d. Germania 75—80° n. Br.); 1872 p. 300—321 (Diagnosen von 113 neuen Arten der Tiefsee); 1873 p. 214—63 (Diagnosen der Arten von Barbados).
5. **Huxley, Th.,** Zoological notes and observations made on board H. M. S. Rattlesnake. III.: Upon Thalassicolla, a new Zoophyte. Ann. mag. n. hist. II. Vol. VIII. 1851. p. 433—442. Pl. XVI.
6. **Ehrenberg, Ch. G.,** Mikrogeologie. Leipzig 1854. Fol.
7. **Bailey, J. W.,** Notice of Microscopic forms found in the soundings of the Sea of Kamtschatka. Amer. j. of sc. a. arts. 1856. Vol. XXII. p. 1. T. I.

8. **Müller, Joh.,** Ueber Sphaerozoum und Thalassicolla. Monatsber. d. Berl. Akad. 1855. p. 229.

9. —— Ueber die im Hafen von Messina beobachteten Polycystinen. Monatsb. d. Berl. Akad. 1855. p. 671.

10. —— Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren des Mittelmeers. Mon. d. Berl. Akad. 1856. p. 474.

11. —— Erläuterung einiger bei St. Tropez am Mittelmeer beobachteter Polycystinen und Acanthometren. Mon. d. Berl. Akad. 1858. p. 154—55.

12. —— Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren des Mittelmeers. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1858. p. 1—62. Taf. 1—11.

13. **Schneider, Ant.,** Ueber zwei neue Thalassicollen von Messina. Arch. f. An. u. Physiol. 1858. p. 38—41. T. III. B.

14. **Claparède u. Lachmann,** Études sur les infusoires et les rhizopodes. Genève 1858—59. (Siehe früheren Bericht in Monatsb. Berl. Akad. 1855. p. 674.)

15. **Buryas, P. S. Mrs.,** Polycystins. remark. forms from the Barbados Chalk deposit. 1. edit. (12 Taf. 1 p. Text) 1860/61. 2. edit. by M. C. Cooke. London 1868. 4°. 25 Pl. (Nicht vollständig erschienen, scheint sehr unbedeutend und war mir unzugänglich.)

16. **Häckel, E.,** Die Radiolarien (Rhizopoda radiaria). Berlin 1862. (Vorläufige Mittheilung s. Monatsb. d. Berl. Akad. 1860. p. 794 u. 835.)

17. **Wallich, G. C.,** On the structure and affinities of the Polycystina. Transact. of the microscop. soc. London (N. s.). Vol. XIII. 1865. p. 57—84.

18. **Häckel, E.,** Ueber den Sarkodekörper der Rhizopoden. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. XV. 1865. p. 342—70.

19. **Schneider, A.,** Zur Kenntniss des Baues der Radiolarien. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1867. p. 509—511.

20. **Häckel, E.,** Beiträge zur Plastidentheorie: 3. Myxobrachia von Lanzerote. 5. Amylum in den gelben Zellen der Radiolarien. Jenaische Zeitschr. f. Nat. u. Med. Bd. V. 1870. p. 519.

21. **Stuart, A.,** Neapolitanische Studien. Göttinger Nachrichten 1870. p. 99—101. (S. dieselbe Notiz auch Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXII. p. 290.)

22. **Doenitz, W.,** Beobachtungen über Radiolarien. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1871. p. 71—82. T. II.

23. **Cienkowsky, L.,** Ueber Schwärmerbildung bei Radiolarien. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. VII. 1871. p. 372—381. T. 29.

24. **Wagner, N.,** Myxobrachia Cienkowski. Bullet. Acad. impér. de St. Pétersbourg. T. XVII. 1872. p. 140—142.

25. **Ehrenberg, Chr. G.,** Mikrogeolog. Studien über das kleinste Leben der Meeres-Tiefgründe aller Zonen und dessen geolog. Einfluss. Abhandl. der k. Akad. Berlin a. d. J. 1872. p. 131—397. T. I—XII.

25a. —— Das unsichtbar wirkende Leben der Nordpolarzone; in: „Die zweite deutsche Nordpolarfahrt" Bd. II. Wissenschaftl. Ergebnisse. Leipzig 1874.

26. —— Fortsetzung der mikrogeologischen Studien als Gesammt-Uebers. der mikroskop. Paläontol. gleichartig analys. Gebirgsarten d. Erde, mit spec. Rücks. auf d. Polycystinen-Mergel von Barbados. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1875. p. 1—226. 30 Taf.

27. **Murray, J.,** Preliminary report to Prof. W. Thomson on work done on board the Challenger. Proc. roy. soc. Bd. 24. 1876. p. 471. p. 532.

28. **Hertwig, R.,** Zur Histologie der Radiolarien. Leipzig 1876. 4°. 5 Taf. 91 pp.

29. **Zittel, K. A.,** Ueber fossile Radiolarien der oberen Kreide. Zeitschr. der deutsch. geolog. Gesellsch. Bd. XXVIII. 1876. p. 75—96. T. II.

30. **Mivart, St. George,** Notes touching recent researches on the Radiolaria. Journ. Linn. soc. Zoolog. Vol. XIV. 1877. p. 136—86.

31. **Thomson, Wyw.,** Voyage of the Challenger. The Atlantic. London 1877. 2 Vol.

32. **Häckel, E.,** Das Protistenreich. Leipzig 1878.

33. **Hertwig, R.,** Der Organismus der Radiolarien. Jenaische Denkschriften Bd. II. 1879. Taf. VI—XVI. p. 129—277.

34. **Häckel, E.,** Ueber die Phaeodarien, eine neue Gruppe kieselschaliger, mariner Rhizopoden. Sitzungsber. der Jen. Ges. f. Med. u. Naturw. 1879.

35. **Stöhr, E.,** Die Radiolarienfauna der Tripoli von Grotte, Prov. Girgenti in Sicilien. Palaeontographica. Bd. 26. 1880. p. 71—124. T. XVII—XXIII. (Früheren Ber. hierüber s. Amtl. Bericht über die Naturf.-Vers. zu München 1877 u. Bollet. d. R. comit. geolog. d'Italia 1878, fasc. 11 u. 12.)

36. **Brandt, K.**, Untersuchungen an Radiolarien. Monatsber. d. Berl. Akad. 1881. p. 388—404. 1 Taf.

37. **Häckel, E.**, Entwurf eines Radiolarien-Systems auf Grund von Studien der Challenger-Radiolarien. Jen. Zeitschr. für Naturwiss. Bd. XV. p. 418—472. 1881.

38. **Bütschli, O.**, Beiträge zur Kenntniss der Radiolarienskelete, insbesondre der der Cyrtida. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. XXXVI. p. 485—540. T. XXXI—XXXIII. 1881.

39. **Geddes, P.**, Further researches on Animals containing chlorophyll. Nature. Vol. 25. Nr. 639. 1882. p. 303—305.

2. Kurzer Ueberblick der morphologischen Auffassung und Gestaltung des Radiolarienkörpers, sowie der Hauptgruppen dieser Abtheilung.

Wie schon früherhin (p. 1 und 2) und am Schlusse unsres historischen Ueberblicks hervorgehoben wurde, haben wir den Körper eines monozoën Radiolars morphologisch als eine einfache Zelle aufzufassen, eine Zelle, welche theils einkernig, wie im jugendlichsten Zustand wohl durchaus, theils mehr- bis vielkernig erscheint. Als die ursprüngliche und auch bei zahlreichen Radiolarien noch dauernd erhaltene Gestaltung des Körpers erscheint uns wie bei den Heliozoën die kuglige oder homaxone, welche auch, wie bei den meisten Heliozoën, dadurch noch schärfer ausgeprägt wird, dass die stets feinen, strahlenartigen Pseudopodien allseitig von der Körperoberfläche entspringen und nach allen Richtungen gleichmässig entwickelt erscheinen. Im Gegensatz zu denen der meisten Heliozoa verrathen die Pseudopodien der Radiolarien nicht selten eine grössere Neigung zu Verästelungen und Anastomosen, nähern sich also in dieser Hinsicht etwas mehr denen vieler Rhizopoda, ohne dass jedoch so reich verzweigte Pseudopodiennetze gebildet würden, wie sie einem grossen Theil der Rhizopoda eigenthümlich sind. Gewisse später zu besprechende Eigenthümlichkeiten der Pseudopodien einer Anzahl Radiolarien erweisen noch innigere Beziehungen zu denen der Heliozoa.

Wenn nun auch durch die allgemeine Körpergestaltung und weitere, im Verlaufe unsrer Darstellung zu berührende Eigenthümlichkeiten sich recht innige Beziehungen zu den Heliozoën aussprechen, so scheiden die Radiolarien sich doch von diesen durch die stete Anwesenheit einer sehr wichtigen und interessanten Skelet- oder Hüllbildung im Allgemeinen recht scharf*). Dieses Hüllgebilde umschliesst in Form einer ursprünglich kugligen (entsprechend der homaxonen Grundgestalt), meist sehr dünnwandigen Kapsel (sogen. Centralkapsel) den grössten Theil des protoplasmatischen Weichkörpers, gestattet dem Protoplasma jedoch den Austritt, indem die Kapsel-

*) Eine Anzahl Erfahrungen der neueren Zeit, welche erst später eingehender besprochen werden können, erwecken Zweifel über die ganz allgemeine Verbreitung der sogen. Centralkapselhülle bei den Radiolarien oder scheinen doch dafür zu sprechen, dass es häufig erst sehr spät im Leben der Radiolarien zur deutlichen Ausbildung einer solchen Hülle kommt. Diese Angelegenheit besitzt eine sehr grosse Bedeutung für die morphologische Vergleichung unsrer Abtheilung mit den beiden früher besprochnen der Sarkodinen; im Allgemeinen scheint mir die hier vorgetragne Ansicht bis jetzt noch die grössere Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. Genaueres folgt später bei der speciellen Betrachtung der Centralkapsel.

wand, in dem ohne Zweifel ursprünglichsten Zustand, von ungemein zahlreichen dichtgestellten, feinsten Porenkanälchen durchsetzt wird. Hierdurch wird es denn ermöglicht, dass sich auch auf der Aussenfläche der Kapselwand stets eine Protoplasmaschicht auflagert, von welcher die Pseudopodien ihren Ursprung nehmen. Bei den Heliozoën treffen wir nichts dieser Centralkapsel vergleichbares an, dagegen lässt sich dieselbe wohl mit den einfachsten chitinösen Hüllgebilden der Rhizopoden parallelisiren, wenn diese auch gewöhnlich nicht porös, sondern solide erscheinen und nur äusserst selten (so Microcometes) eine homaxone Gestaltung aufweisen. Dagegen dürfen wir jedoch anführen, dass auch die höher entwickelten Hüllgebilde der Rhizopoden grossentheils eine poröse und häufig sehr fein poröse Beschaffenheit besitzen, und dass, wenn dies auch nur bei kalkschaligen Formen der Fall ist, diese Kalkschale doch durchaus, wie es scheint, von einem primären chitinigen Hüllhäutchen ausgekleidet wird. In Uebereinstimmung mit dem Verhalten der Radiolarien finden wir denn auch zuweilen bei Rhizopoden, dass das Protoplasma, aus dem Innenraum der Schale hervortretend, auch eine äussere Ueberlagerung derselben bildet.

Wenn wir oben die homaxone Gestaltung des Radiolarienkörpers sammt seiner Centralkapsel als den ursprünglichen Zustand bezeichneten, so gründet sich dies, wie im Verlaufe unsrer Darstellung noch ausführlicher zu zeigen sein wird, auf die Thatsache, dass diese Bauweise den einfachsten Formen im Allgemeinen eigenthümlich ist, und dass sich die abweichenden Gestalten am besten von einer solchen Grundform ableiten lassen. Alle die Formen aber, welche diese ursprüngliche Beschaffenheit im Bau ihres Körpers und speciell ihrer Centralkapsel noch verrathen, wollen wir nach dem Vorgange R. Hertwig's*) als Peripylea (oder Peripylaria Hck. 1881, wegen der zahlreichen und allseitigen Durchbohrungen ihrer Centralkapselwand) bezeichnen und als eine Unterabtheilung zusammenfassen. Schon unter diesen Formen machen sich jedoch zum Theil Modificationen der Körpergestalt geltend, welche sich hauptsächlich in der Form der Centralkapsel und dem Bau des erst später zu erörternden Skelets aussprechen. Durch Auswachsen der Centralkapsel in einer bestimmten Richtung oder durch Abplattung derselben bilden sich monaxone, gleichpolige Gestalten aus, ja es kann die Centralkapsel in dieser Abtheilung im Zusammenhang mit Eigenthümlichkeiten der Skeletentwicklung noch tiefergehende Modificationen aufweisen.

Tiefergehende Umgestaltung der Centralkapsel führt uns jedoch zu einer zweiten Unterabtheilung (Ordnung) der Radiolarien, den sogen.

*) Hertwig (33) und nach ihm Häckel (37) beschränken diesen Namen nur auf einen Theil unsrer Peripylaria, nämlich die von uns als reguläre und irreguläre Sphaeridea zusammengefassten Formen. Häckel verwendet für unsre Peripylaria auch den Gesammtnamen Holotrypasta, schliesst jedoch die koloniebildenden Sphaerozoen Hertw. (= Polycyttaria Hck.) von diesen aus, eine Ansicht, welche ich nicht für gerechtfertigt halte.

Monopylea Hertwig's*). Hier hat die Kapsel nicht nur häufig durch Auswachsen in einer bestimmten Richtung eine ellipsoidische Gestalt angenommen, sondern es ist auch die gleichmässige Perforirung verloren gegangen. Die Poren haben sich auf ein Feld des einen Pols lokalisirt, während die übrige Kapselwand solid, undurchbohrt erscheint. Bei diesen Formen ist demnach die Kapsel monaxon und ungleichpolig umgestaltet worden und dieser Gestaltungscharakter prägt sich bei dieser Abtheilung auch in der Skeletentwicklung durchgängig aus, ja es zeigen die Skelete meist sogar einen deutlich bilateral-symmetrischen Entwicklungstypus.

Nach einer andern, leider bis jetzt noch nicht ausreichend bekannten Richtung hat sich die Kapsel bei einer dritten Unterabtheilung der Radiolarien modificirt, bei den sogen. Phaeodaria Häckel's (den Tripylea Hertwig's). Festzustehen scheint, dass sich die Kapselwand dieser Formen stets aus zwei Membranen zusammensetzt und dass statt der dichten, feinen Poren der Peripyleen sich eine verschiedene Anzahl grösserer, eigenthümlich gebauter Oeffnungen in der Kapselwand vorfindet, welche bis zur Drei-, Zwei- und Einzahl herabsinken können. In Zusammenhang damit nimmt dann die ursprünglich kuglige Kapsel auch hier z. Th. eine monaxone, z. Th. eine dipleurische (bilateral-symmetrische) Gestalt an.

Wie manche Rhizopoden und Heliozoën zeigen auch die Radiolarien, im Gegensatz zu den früher besprochnen Abtheilungen jedoch ganz allgemein, eine gallertige Umhüllung ihres Körpers, welche manchmal noch besondere Modificationen aufweist und häufig eine sehr mächtige Entwicklung erreicht. Eine besondere Wichtigkeit und hohes Interesse beanspruchen weiterhin die Skeletbildungen, welche bei den meisten Radiolarien entwickelt sind und welche sich wenigstens z. Th. denen der Heliozoën am nächsten anschliessen lassen.

Was für die Skeletbildungen unsrer Gruppe zunächst eigenthümlich erscheint, ist, dass sie sich durchaus nicht stets an der Oberfläche des Weichkörpers hervorbilden, sondern sehr häufig zum grösseren Theil in den protoplasmatischen Weichkörper selbst eingelagert sind. Ihrer chemischen Natur nach weisen sie zweierlei Modificationen auf, indem sie bei einem Theil der Peripylaria (den Acanthometreen) ganz allgemein aus einer organischen Substanz bestehen, bei den übrigen, an Zahl überwiegenden Radiolarien dagegen wesentlich aus Kieselsäure aufgebaut sind. Auch die morphologische Entwicklung der Skelete ist eine so verschiedenartige, dass eine Ableitung aller von gemeinsamer Grundlage sicher ausgeschlossen erscheint. Diese Ansicht wird denn auch noch weiterhin dadurch bestätigt, dass sich sowohl unter den Peripylaria wie Monopylaria und Phaeodaria skeletlose Formen finden, was eine selbstständige Ent-

*) Monopylaria Hck. 1881. Dieselben werden mit den gleich zu erwähnenden Phaeodaria im Gegensatz zu den sogen. Holotrypasta als Merotrypasta zusammengefasst, so dass also Häckel drei grosse Unterabtheilungen unterscheidet: 1. Holotrypasta. 2. Merotrypasta und 3. Polycyttaria (= Sphaerozoëa Hertw.).

stehung der Skeletbildungen dieser Untergruppen sehr wahrscheinlich macht. Innerhalb der Peripylaria in unserm Sinne lassen sich dann weiterhin noch zum mindesten zwei Skelettypen unterscheiden, welche selbstständig neben einander hergehen.

Ueber den allgemeinen morphologischen Aufbau der Skelete sei hier nur soviel bemerkt, dass dieselben seltner aus losen, nadel- oder stachelartigen Elementen, ähnlich denen der Heliozoën bestehen, meist dagegen als zusammenhängende, gitterförmig durchlöcherte Skelethüllen erscheinen, deren specielle Gestaltung die allergrösste Mannigfaltigkeit aufweist.

Die Morphologie der Radiolarienskelete verräth eine reiche, nach verschiedenen Richtungen hin zur Geltung kommende Umgestaltungsfähigkeit der auch für die Skeletbildungen meist ursprünglichen, homaxonen Grundform. Dieselbe kann in eine monaxone, gleich- oder ungleichpolige, in eine zwei- oder mehrstrahlige und endlich auch eine mehr oder minder deutlich bilateral-symmetrische übergehen, wobei dann noch zahlreiche specielle Ausbildungsverhältnisse zu verzeichnen sind.

Hinsichtlich ihrer Fortpflanzungserscheinungen zeigen die Radiolarien einen ziemlich innigen Anschluss an die seither schon betrachteten Abtheilungen der Sarkodinen, trotz einer recht eigenartigen Gestaltung des Hauptfortpflanzungsactes. Abgesehen von dem Vorkommen eines einfachen Theilungsprocesses, der sich vielleicht dem der einfacheren Rhizopoden anreihen lässt, indem auch hier die Wandung der Centralkapsel mit in den Theilungsprocess hereingezogen wird, finden wir bei den Radiolarien, wie es scheint allgemein verbreitet, eine Schwärmerbildung, der wir auch schon bei den beiden vorhergehenden Abtheilungen gelegentlich begegneten. Diese Schwärmerbildung ist jedoch hier dadurch besonders interessant, dass der Gesammtkörper in eine grosse Zahl solcher Schwärmer zerfällt, was jedoch nicht ohne Analogie mit gewissen Fortpflanzungsvorgängen der beiden schon besprochnen Klassen der Sarkodinen ist. Gewisse Besonderheiten in der Schwärmerbildung weisen vielleicht auch auf geschlechtliche Copulationsvorgänge hin, welche aber bis jetzt nicht näher erforscht sind. Leider gilt dies auch von der Entwicklung der Schwärmsprösslinge zur definitiven Radiolariengestalt, was sehr zu bedauern ist, da wohl allein die thatsächliche Feststellung dieses Vorganges eine Anzahl wichtiger morphologischer Fragen über die Auffassung des Radiolarienkörpers und seiner Theile endgültig entscheiden wird.

3. Der Skeletbau der Radiolarien.

Wie schon bei den Rhizopoden halten wir es auch bei dieser Abtheilung für angerathen, der Betrachtung des Weichkörpers diejenige des Skeletbaues voranzuschicken, da dieselbe bei den allermeisten Formen die Gestaltung und äussere Erscheinung wesentlichst bedingt. Schon bei früherer Gelegenheit wurde jedoch hervorgehoben, dass es eine Anzahl

Formen gibt, welche sich durch völligen Skeletmangel auszeichnen und wohl ohne Zweifel verrathen, dass die Grundzüge der Radiolarienorganisation schon vor der Entwicklung von Skeletelementen zur Ausprägung gekommen sind, d. h. dass die Urformen der Radiolarien skeletlos gewesen sind. Die Richtigkeit dieser Vermuthung wird auch noch weiterhin dadurch belegt, dass wir in verschiedenen Radiolarienabtheilungen solche skeletlose Formen antreffen, so in der Abtheilung der Peripylaria gewisse Colliden (Thalassicolla und Thalassolampe) und Sphaerozoëen (Collozoum), in der Abtheilung der Phaeodariae die skeletlosen Phaeodinidae Häckel's und unter den Monopylaria die zwar nicht ganz sichere Gattung Cystidium Hertwig's. Diese Thatsachen scheinen es denn auch weiterhin sicherzustellen, dass die phylogenetische Hervorbildung dieser drei Unterabtheilungen schon zu einer Zeit stattgefunden hat, wo das Skelet noch fehlte, worauf andrerseits auch der grundverschiedne Typus der Skeletbildung in diesen 3 Abtheilungen hinweist.

A. Natur der Skeletsubstanz.

Auch im Hinblick auf die chemische Natur der Skeletsubstanz verhalten sich die Radiolarien, wie erwähnt, nicht gleich, so dass sich zwei durch Verschiedenheit der Skeletsubstanz ausgezeichnete Gruppen unterscheiden lassen. Die erste derselben umfasst nach den neueren Erfahrungen die Ordnung der Acanthometrea Hertw.*), unter den Peripylaria, die zweite dagegen sämmtliche übrigen skeletführenden Radiolarien der verschiedenen Unterabtheilungen. Bei den Acanthometreen bestehen die Skeletelemente, welche J. Müller für durchaus kieselig hielt, aus einer organischen Substanz, wie zuerst Häckel (16) für einen Theil derselben nachwies und Hertwig (33) hierauf für die gesammte Gruppe ziemlich ausreichend erwies. Es geht dies aus dem Verhalten der Skeletelemente beim Glühen und bei der Behandlung mit Säuren oder Alkalien hervor. Durch Glühen werden sie zerstört, wie dies wenigstens für eine Anzahl Acanthometreen durch Häckel erwiesen ist, durch Behandlung mit Säuren, Schwefel-, Salz- und Salpetersäure, jedoch auch schon Osmium- und Essigsäure, ebenso wie durch kaustisches Kali werden sie rascher oder langsamer gelöst. Die Lösung ist eine sehr vollständige, so dass nach den Erfahrungen Hertwig's schliesslich nur ein äusserst feines Häutchen als Rest eines ganzen Skeletstachels zurückbleibt, das jedoch möglicherweise nicht einmal wirklich als Theil des Stachels zu betrachten ist, sondern nur von einem äusseren Plasma- oder Gallerteüberzug herrühren mag. Brandt (36) hat neuerdings weiterhin festgestellt, dass auch schon 1 % Soda- und 10—20 % Kochsalzlösung die Skeletelemente der Acanthometreen nach längerer Einwirkung lösen und definirt daher die organische Substanz, das sogen. Acanthin Häckel's, als einen Eiweisskörper (Vitellin), aus welchem nach ihm auch die Axenfäden der Pseudopodien bei Heliozoën

*) = Acantharia Hck. 1881.

und Radiolarien (speciell Acanthometreen) bestehen. Er schliesst denn auch hieraus, dass die Skeletelemente der Acanthometreen Weiterbildungen der Pseudopodienaxenfäden darstellen*). In Uebereinstimmung mit der geschilderten Natur der Skeletsubstanz der Acanthometreen steht dann auch die Erscheinung, dass bis jetzt weder in Radiolarienablagerungen unsrer Meere, noch denen aus früheren Epochen, Acanthometreenreste angetroffen worden sind. Es ist dies ja auch nach den neueren Ermittlungen nicht anders zu erwarten.

Fraglich erscheint, ob auch noch anderwärts in der Reihe der Radiolarien eine organische Substanz in ähnlicher Weise das Skeletmaterial bilden kann. Bis jetzt spricht hierfür nur eine einzige Beobachtung Häckel's (16), der bei einem Exemplar der Collide Thalassosphaera Morum J. M. eine Lösung der eigenthümlichen Skeletgebilde durch Schwefelsäure beobachtete, während die eines zweiten Exemplars sich sowohl bei der Behandlung mit Schwefelsäure wie beim Glühen erhielten.

Immerhin dürfte es sich empfehlen, die chemische Natur der Acanthometreenskelete in der Zukunft noch etwas schärfer ins Auge zu fassen. Häckel (16) wollte die organische Natur der Skeletgebilde nur für einen Theil der Acanthometreen gelten lassen und neigte sich auch der Annahme zu, dass zum Theil eine spätere Verkieselung stattfinde. Auch in seiner neuesten Publikation über Radiolarien (37) betont Häckel, dass die Acanthometreenskelete in seltenen Fällen verkieselt seien. Hertwig dagegen glaubt, aus seinen ziemlich ausgedehnten Erfahrungen den Schluss ziehen zu müssen, dass die Acanthometreen durchweg unverkieselte Acanthinskelete besässen. Eigenthümlich erscheint es, wie Joh. Müller sich unter solchen Umständen seiner Zeit überzeugen konnte (8, p. 249), dass die Stacheln der Acanthometreen nach der Verbrennung erhalten bleiben.

Im Anschluss an vorstehende Besprechung der sogen. Acanthinskelete bemerken wir gleich einige Worte über die einzige bis jetzt vorliegende Beobachtung kalkiger Skeletgebilde bei Radiolarien. Eine von der Challengerexpedition im pacifischen Ocean sehr häufig gefundene Form, welche von Wyw. Thomson (31, II. p. 233) Calcaromma calcarea genannt wird, soll Sporenrädchen gleichende, kalkige Skeletgebilde besitzen. Es mag schon hier bemerkt werden, dass diese Calcaromma sich meiner Meinung nach zunächst an die Thalassosphaera Morum anschliesst, vielleicht sogar damit identisch ist, was um so interessanter erscheint, als, wie bemerkt, schon Häckel seiner Zeit bei einer Thalassosphaera die Löslichkeit der drusenartigen Skeletgebilde in Schwefelsäure beobachtet hat**).

*) Vergl. hierüber die Besprechung der Axenfäden der Heliozoen pag. 287 und weiter unten die der Radiolarien. Auch in ihrem Lichtbrechungsvermögen unterscheiden sich die sogen. Acanthinskelete von den Kieselskeleten, da die ersteren nach Hertwig in Glycerin deutlich sichtbar bleiben, die letzteren dagegen darin nahezu verschwinden.

**) Häckel scheint von der Richtigkeit der Thomson'schen Beobachtung kalkiger Skelet-

Alle übrigen Radiolarien besitzen kieselige Skelete, welche daher sowohl starken Mineralsäuren wie der Glühhitze Widerstand leisten. Genaueres über die chemische Zusammensetzung der Kieselskelete wurde jedoch bis jetzt nicht ermittelt. Häckel bezeichnet sie als reine Kieselsäure, jedoch wäre es ja immerhin möglich, dass noch eine sehr spärliche Beimischung organischer Substanz vorhanden wäre, wie solches ja für Kieselgebilde anderer Organismen zum Theil erwiesen ist. Brandt spricht sich denn auch neuerdings (36) für die Gegenwart einer solchen organischen Grundlage der Kieselskelete aus, da er ein Wachsthum derselben durch Intussusception aus seinen Beobachtungen folgern musste*).

Sowohl die Acanthin- wie die Kieselskeletgebilde sind fast stets völlig homogen, durchsichtig und farblos; nur in den seltensten Fällen zeigt sich eine innere Structur oder eine Färbung. Eine Art krystallinischer Structur ist bis jetzt nur bei der sehr dickschaligen Skelethülle einer Acanthometree, also einem Acanthinskelet, beobachtet worden, gefärbte stahlblaue Skeletgebilde dagegen bei der schon obenerwähnten Thalassosphaera morum, bei der eigenthümlichen Acanthometride Lithophyllium (Xiphacantha Hck.) foliosum Müll. weisen die Stacheln an den Enden eine violette Färbung auf.

Hinsichtlich ihrer Festigkeit zeigen sowohl die Acanthin- wie die Kieselskelete ziemliche Verschiedenheiten. Wir treffen darunter sowohl sehr spröde, leichtzerbrechliche, wie recht biegsame und in hohem Grade elastische an.

B. Morphologischer Aufbau der Radiolarienskelete.

Schon mehrfach mussten wir hervorheben, dass die Untersuchung der Morphologie der Radiolarienskelete uns eine Reihe verschiedenartiger, wahrscheinlich überhaupt nicht aufeinander zurückführbarer Skelettypen kennen lehrt, nämlich 1) die Acanthin- oder Acanthometreenskelete, 2) die Sphaeroidskelete der übrigen Peripylaria, 3) die Skelete der Phaeodaria oder die Hohlskelete, wie man sie vielleicht auch bezeichnen dürfte, und 4) die Skelete der Monopylaria oder die Cricioidskelete. Wir halten es am passendsten, die Skeletgebilde in der erwähnten Reihenfolge zu betrachten. Indem wir hierbei nach Möglichkeit einen genetischen Weg einzuschlagen versuchen, wird uns diese Uebersicht der Morphologie des Skeletes gleichzeitig einen ziemlich vollständigen Ueberblick der gesammten Radiolariengruppe und der Grundzüge ihrer natürlichen Systematik darbieten.

---

gebilde überzeugt zu sein, da er (37) auch von sehr seltenen, kalkigen Skeletgebilden spricht, ohne jedoch die Calcaromma Thomson's in seinem Systementwurf aufzuführen. Wahrscheinlich hält er sie demnach ebenfalls für identisch mit Thalassosphaera J. M.

*) Die zweite Möglichkeit, welche er gleichfalls ins Auge fasst, dass nämlich die sogen. Kieselskelete möglicherweise aus einer organischen Siliciumverbindung beständen, halte ich für sehr unwahrscheinlich.

c. Die Acanthometreen- oder Acanthinskelete.

Nicht nur die bemerkenswerthe chemische Zusammensetzung, sondern auch der morphologische Aufbau charakterisirt die Skeletbildungen der Acanthometreen (oder Acantharia Hck. 1881) als eigenthümliche oder selbstständige, welche denen der übrigen Radiolarien gegenübergestellt zu werden verdienen. Zunächst zeichnen sich die Skeletbildungen dieser Gruppe dadurch aus, dass sie wenigstens ursprünglich aus isolirten, nadel- oder stachelartigen Elementen bestehen, welche zwar bei nicht wenigen Formen fest untereinander verschmolzen sind; doch dürfte wohl sicher anzunehmen sein: dass diese Verschmelzung ein secundärer Bildungszustand des Acanthometreenskeletes ist, welcher sich in selbstständiger Weise aus dem ursprünglichen Verhalten in verschiedenen Unterabtheilungen entwickelt hat. Weiterhin ist jedoch für diese Skeletformen noch besonders charakteristisch, dass sie stets zum grossen Theil im protoplasmatischen Weichkörper eingelagert sind und, stets in das intrakapsuläre Protoplasma eindringend, sich strahlenartig um das Centrum der Kapsel gruppiren, das selbst von den centralen Stacheltheilen gebildet oder eingenommen wird.

Schwieriger erscheint es, auf Grund unsrer heutigen Kenntnisse zu ermitteln, welche der zahlreichen Acanthometreenformen uns wohl den primitivsten Skeletbau vorführt. Es ist daher auch mehr der Gang der Darstellung, als sichere Ueberzeugung der Ursprünglichkeit, welcher uns veranlasst, den Skeletbau der Gattung Actinelius Hck.*) hier zunächst zu besprechen.

Bei einer solchen Form besteht das Skelet aus einer schwankenden (vielleicht mit dem Alter zunehmenden) Zahl von cylindrischen oder vierkantigen und an ihrem peripherischen Ende zugespitzten Stacheln, welche sämmtlich im Centrum der Centralkapsel zusammengestemmt, jedoch nicht mit einander verwachsen sind. Diese Zusammenstemmung im Centrum wird dadurch ermöglicht, dass das centrale Ende der Stacheln vierseitig zugespitzt ist. Irgend eine Regelmässigkeit in der Anordnung der bis zur Zahl 40 vorhandenen Stacheln existirt nicht, was dieser und einer verwandten Form**) vielleicht ein Anrecht gibt, zu den primitivsten Acanthometreen gerechnet zu werden.

Die Stacheln der eben besprochnen Form sind, wie die der Acantho

*) Im neuen Systementwurf Häckel's von 1881 fehlt der Name Actinelius, er ist in Astrolophus umgewandelt, welch letztere Gattung daher unrichtig als „neu" bezeichnet wird. Ich werde mich im Folgenden möglichst an die alten Namen, wie sie sich in Häckel's Monographie finden, halten, und nur für wirklich neue Formen auch die neuen Bezeichnungen anwenden.

**) Diese sehr eigenthümlich modificirte Form ist die Gattung Litholophus Hck. (XXVIII. 1), welche in der Weise aus Actinelius herzuleiten ist, dass die allseitig vom Centrum ausstrahlenden Stacheln dieses letzteren nur in einem Quadranten zur Ausbildung gelangt sind, demnach zusammen ein kegelförmiges Stachelbüschel formiren.

metreen überhaupt, durchaus solide, was vielleicht einer besonderen Betonung bedarf, da die Stachelgebilde der Acanthometreen längere Zeit auf Grund der Angaben Claparède's und Joh. Müller's für hohl gehalten worden sind. Durch Häckel's Untersuchungen, welche in der Folge Wallich (17) und Hertwig bestätigten, hat sich ergeben, dass der vermeintliche Stachelkanal, durch welchen ein an der Stachelbasis eintretendes Pseudopodium hindurchlaufen und an der Stachelspitze wieder austreten sollte, auf einer Täuschung beruhte, hervorgerufen durch die häufig blattartig vorspringenden Kanten der Stacheln.

Bei allen übrigen Acanthometreen herrscht in Bezug auf Zahl und Stellung der Skeletstacheln, welche im Uebrigen nach dem allgemeinen Typus des Actinelius zusammengestellt sind, eine sehr interessante Gesetzmässigkeit, welche zwar einige Modificationen erfahren kann, jedoch im Grunde durchaus herrschend erscheint. Diese Gesetzmässigkeit wurde, wie bemerkt, schon von Joh. Müller in einigen Fällen sicher beobachtet und scharf formulirt; den Nachweis ihrer Gültigkeit durch die ganze Reihe der Acanthometreen (mit Ausnahme der schon besprochnen Litholophida) verdanken wir jedoch Häckel. Das Gesetz selbst, welches wohl nach seinem Entdecker mit Recht das Müller'sche genannt wird, lässt sich etwa folgendermaassen formuliren. Es sind stets 20 Stacheln vorhanden, welche vom Centrum der Centralkapsel ausstrahlen und diese 20 Stacheln ordnen sich so zusammen, dass fünf Kränze von je vier Stacheln um eine, durch keine Einlagerung von Stacheln bezeichnete Hauptaxe, in verschiedner Neigung zu letzterer, herumgestellt sind. Diese fünf Kränze aber von je vier Stacheln ordnen sich in folgender Weise um die ideale Hauptaxe (s. T. XXVII. Fig. 8 b). Ein mittlerer Kranz von vier in einer Ebene gelegenen Stacheln geht durch den Mittelpunkt der Hauptaxe, so dass die vier ihm angehörigen Stacheln senkrecht zu letzterer und auch aufeinander senkrecht stehen. Da diese Kranzebene also die Aequatorialebene des ganzen Skelets und Thierleibes bezeichnet, so sind die vier ihr angehörigen Stacheln wohl als Aequatorialstacheln zu bezeichnen. Polarwärts von diesem Aequatorialstachelkranz lagern sich jederseits zwei Stachelkränze; zunächst je einer, dessen Stacheln etwa einen Winkel von 30° mit der Aequatorialebne bilden und so geordnet sind, dass sie zwischen den vier Aequatorialstacheln liegen, ihre Projection auf die Aequatorialebene also je einen Winkel von 45° mit den zwei benachbarten Aequatorialstacheln bildet. Diese Stacheln kann man mit Müller und Häckel die Tropenstacheln nennen, da sie ihrer Lage nach etwa Radien entsprechen, welche vom Centrum der Erdkugel zu den Wendekreisen gehen.

Die beiden letzten Stachelkränze, welche am meisten von der Aequatorialebene abgewandt sind, bilden mit dieser Winkel von circa 60° und liegen gleichsinnig mit den Aequatorialstacheln, so dass also ihre Projectionen auf die Aequatorialebene mit den Aequatorialstacheln zusammenfallen. Der Vergleich mit der Erdkugel lässt diese Stacheln als Polarstacheln bezeichnen, d. h. solche, welche zu den Polarkreisen gehen.

Durch eine Anordnung der Stacheln, wie sie im vorstehenden beschrieben wurde, wird nun das Skelet derartig gebauter Acanthometreen entschieden monaxon, ein bemerkenswerther Fortschritt gegenüber der Monaxonie oder wohl eher Unregelmässigkeit des Actinelius. Die 20 Stacheln sind meist im Centrum der Centralkapsel nur zusammengestemmt, jedoch nicht untereinander vereinigt und dies bezeichnet wohl die ursprüngliche Bildung; eine Vereinigung der Stacheln durch Verschmelzung hat sich aber bei einer Anzahl Untergruppen hergestellt, jedoch in verschiedener Durchführung. Die Acanthochiasmidae zunächst besitzen zehn unter einander nicht verbundne, an beiden Enden zugespitzte Stacheln, welche durch die gesammte Centralkapsel hindurchgehen, sich demnach im Centrum derselben kreuzen (XXVIII. 4). Morphologisch dürfen wir uns dieselben mit Häckel wohl dadurch entstanden denken, dass je zwei gegenüberstehende der 20 gewöhnlichen Acanthometridenstacheln mit einander zur Erzeugung eines Acanthochiasmastachels verschmolzen. Bei den Astrolithidae und einer Reihe sich ähnlich verhaltender, neuerdings durch Häckel kurz erwähnter Untergruppen sind dagegen die 20 Stacheln im Centrum der Centralkapsel wirklich zu einem kugligen Centralstück verschmolzen (XXVIII. 2). Eine von Hertwig beobachtete Acanthometraform (33, p. 7) scheint eine Uebergangsstufe zu den eigentlichen Astrolithida zu bilden, so dass an der Ableitung dieser wie der Acanthochiasmida von Formen mit getrennten Stacheln nicht wohl zu zweifeln ist; es hat sich diese Verschmelzung gewiss selbstständig bei einer ganzen Anzahl der gleich zu erwähnenden morphologischen Gruppen hervorgebildet. Auch bei den merkwürdigen Diploconida verschmelzen die Skeletelemente im Centrum, jedoch ist das Genauere über die Art der Vereinigung noch nicht hinreichend ermittelt.

Ursprünglich waren die 20 Stacheln der Acanthometreen jedenfalls durchaus gleich, ein Zustand, welcher sich unter den heutigen Vertretern dieser Gruppe noch bei einer ziemlichen Reihe von Gattungen mit einfachen Stachelskeleten (die Häckel neuerdings zu einer Unterfamilie der Acanthometrida zusammenfasst), sowie den später zu besprechenden Dorataspida vorfindet. Auch Acanthochiasma leitet sich jedenfalls von einem solchen Zustand ab. Die monaxone Beschaffenheit des Acanthometreenskelets tritt daher hier noch wenig deutlich hervor, wird jedoch sofort sehr kenntlich, wenn eine Ungleichheit in der Ausbildung der fünf Stachelkränze eintritt.

Bevor wir jedoch in die Besprechung dieser Verhältnisse eintreten, dürfte es sich empfehlen, einen Blick auf die Gestaltungsverhältnisse der das Skelet aufbauenden Einzelstacheln zu werfen.

Die Mannigfaltigkeit der Stachelgestaltung ist eine sehr reiche. Die einfachsten Stacheln sind lange, an dem peripherischen Ende allmählich zugespitzte Nadeln von kreisrundem Querschnitt. Das centrale Ende dagegen erweist sich kurz vierseitig pyramidal zugespitzt (XXVII. 6). Diese vierseitige Bildung des Centralendes, welche ohne Zweifel darauf

beruht, dass jeder Stachel im Centrum mit vier benachbarten in directe Zusammenlagerung tritt, setzt sich jedoch sehr gewöhnlich noch auf den freien Theil des Stachels und zwar entweder nur dessen centrale Partie oder über seine gesammte Länge fort (XXVII. 6). Derart wird dann der Stachel vierkantig, oder indem sich diese Kanten zu Blättern oder Rippen erheben, welche der Länge nach am Stachel herablaufen, auch sehr häufig vier-rippig oder -flügelig. Dieselbe Erscheinung kann sich auch an dem centralen, vierseitig zugespitzten Stachelende ausprägen, welches sich dann zu einer vierrippigen Pyramide umgestaltet. Die vier Blattkanten des Stachels sind theils einfach und glatt, theils gezähnt oder gesägt und entwickeln bei einer Reihe von Gattungen dornige oder stachelartige bis verästelte, senkrecht zur Stachelaxe gestellte Fortsätze. Theils treten an jedem Stachel zwei opponirte derartige Fortsätze hervor, theils dagegen vier kreuzförmig zusammengestellte, indem sämmtliche vier Rippen zur Bildung eines solchen Fortsatzes schreiten, selten dagegen mehr (XXVII. 9). Aus verästelten derartigen Fortsätzen können sich schliesslich sogar gitterförmig durchbrochne hervorbilden. Diese Stachelfortsätze sind deshalb noch von besondrem Interesse, weil, wie wir später sehen werden, in der Familie der Dorataspidae Hck. (Acanthophractidae Hertw.) solche Fortsatzbildungen zu einer wichtigen Weiterbildung des Acanthometreenskelets führen.

Das peripherische Stachelende erweist sich nicht selten in verschiednem Grade zweigabelig gespalten, ja bei dem Acanthostaurus Forceps Hck. setzt sich diese Spaltung bis zu der Centralpyramide der Stacheln fort; jedoch sind die beiden langen Gabelzinken jedes Stachels etwa in ihrer Mitte durch eine Querbrücke vereinigt*). Weiterhin erwähnt jedoch Häckel neuerdings auch Formen mit drei- und viergespaltenen Stacheln (auch als drei- oder vierlappige bezeichnet).

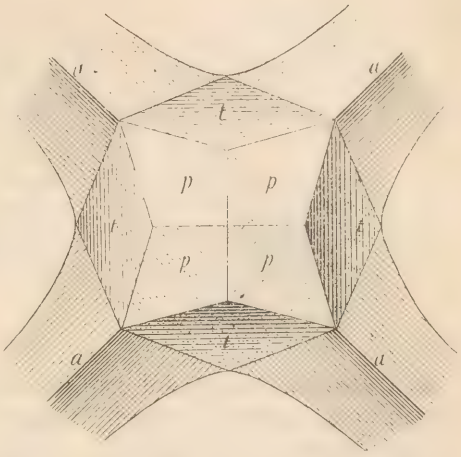
Einige Worte verdient noch die Art der Zusammenfügung der Centralenden der Stacheln bei denjenigen Geschlechtern, wo keine Verschmelzung derselben eingetreten ist.

Die Art dieser Zusammenfügung ist bis jetzt nicht ganz ausreichend erforscht. Häckel gibt an, dass sich die Stacheln mit einfach pyramidal zugespitzten Centralenden so zusammenfügen, dass sich jede Stachelpyramide mit vier benachbarten mit je einer ihrer dreieckigen Seitenflächen berühre. Eine derartige Zusammenlagerung ist nun auch, wie ein Constructionsversuch ergibt (siehe den Holzschnitt Fig. 1) wohl möglich, setzt jedoch voraus, dass die Stachelpyramiden der verschiednen Kränze nicht ganz gleichgebildet sind und auch selbst keine regulär quadratischen Pyramiden, sondern theils solche mit rhomboidischer (Acquatorialstacheln), theils solche mit deltoidischer Basis (unter der Voraus-

*) Hertwig (33) vermuthet, dass die gabelige Spaltung der Stachelenden z. Th. auf theilweise Auflösung nach dem Tode zurückzuführen sei, was jedoch in den meisten Fällen unzutreffend sein dürfte.

setzung, dass die Tropenstacheln unter 60°, die Polstacheln unter 30° zur Hauptaxe geneigt sind). Die Figur 1 zeigt die ungefähre Anordnung der zehn Stachelbasen einer Hemisphäre in der Ansicht von dem Pol;

Fig. 1.



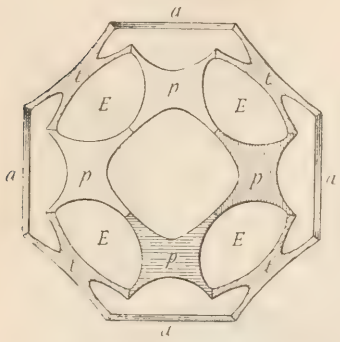
Erklärung von Holzschn. Fig. 1. Schematische Construction des von den ungerippten Stachelpyramiden einer regulären Acanthometrée gebildeten Skeletcentrums. Ansicht in der Hauptaxe, die vier Polarstacheln p und die vier Tropenstacheln t sind an der Basis ihrer Pyramiden abgeschnitten gedacht, dagegen von den Aequatorialstacheln a ein Stück gezeichnet, da dieselben sonst nicht sichtbar hervorträten.

die Basen der Stachelpyramiden sind so gezeichnet, als wenn sie sämmtlich auf einer Kugeloberfläche lägen.

Auch die mit vier flügelartigen Kantenrippen versehenen Stachelbasen könnten in der gleichen Weise zusammengeordnet sein, nur bliebe dann zwischen je zwei sich aneinanderlegenden Pyramidenseiten ein radialer Lückenraum frei. Thatsächlich jedoch scheinen diese Stacheln eine andre Anordnungsweise zu zeigen, indem Häckel bemerkt, dass bei solchem Bau des Centralendes der Stacheln je vier benachbarte Stacheln sich so mit den Flügelkanten ihrer Basalpyramiden zusammenlegen, dass sie zwischen sich einen vierseitig pyramidalen Hohlraum freilassen. Dies ist aber nur dann möglich, wenn je zwei benachbarte Flügelkanten einer Pyramide sich an zwei Flügelkanten zweier benachbarten Pyramiden anlehnen und diese zwei Pyramiden sich in entsprechender Weise mit einer vierten verbinden. Häckel gab an, dass in diesem Fall die Flügelkanten der Stachelpyramiden in Hinsicht auf das Gesammtskelet immer so geordnet seien, dass zwei gegenüberstehende in einen Meridian fielen. Mit Recht hat jedoch Hertwig (33) darauf aufmerksam gemacht, dass eine solche Anordnung unmöglich vorhanden sein könne, wenn die erstgenannte Bedingung erfüllt werden solle, sondern dass die Flügelkanten dann immer so geordnet sein müssten, dass sie die Meridiane unter halben rechten Winkeln schnitten. Sucht man sich durch Construction von einer derartigen Anordnung Rechenschaft zu geben (siehe den Holzschnitt Fig. 2), so erscheint diese Angabe Hertwig's wohl begründet, jedoch ergibt sich gleichzeitig, dass nicht stets vier Stacheln mit ihren Flügelkanten zusammenstossen können, wie dies zwar für die

Polstacheln (p) unter sich und in ihrer gleichzeitigen Verbindung mit Tropen- (t) und Aequatorialstacheln (a) gültig ist, sondern dass auf jeder Hemisphäre vier Lückenräume (E) vorhanden sein müssen, welche nur

Fig. 2.



Erklärung von Holzschn. Fig. 2. Schematische Construction der Anordnung der Basen der vierrippigen Stachelpyramiden einer regulären Acanthometrëe, unter Voraussetzung der von Häckel angegebnen Zusammenfügung der benachbarten Pyramiden. Ansicht in der Hauptaxe. p die Basen der Pyramiden der Polstacheln. t die der Tropen- und a die der Aequatorialstacheln.

durch Zusammenstossen dreier Stacheln, nämlich eines Tropen- und zweier Polstacheln gebildet werden, welche Lückenräume denn auch nur von sechs Flügelkanten umgrenzt werden. Zu bemerken wäre jedoch noch, dass die von Häckel angegebne meridionale Lage je zweier Flügelkanten einer Pyramide bei dem erstbesprochnen Anordnungstypus zur Ausbildung kommen würde.

Wir gehen jetzt über zur Betrachtung derjenigen Modificationen des Acanthometridenskelets, welche durch besondre Ausbildungsverhältnisse gewisser Stacheln hervorgerufen werden. Hierbei zeigt sich, dass die Aequatorialstacheln im Allgemeinen eine Neigung haben, sich zu besondrer Grösse und Ausbildung zu entwickeln, wodurch der monaxone Typus zunächst noch deutlicher hervortritt. Bei einer Reihe Gattungen (Acanthostaurida Hck. 1881), als deren typische Repräsentanten wir hier Acanthostaurus und Staurolithium hervorheben dürfen, entwickeln sich in dieser Weise die vier Aequatorialstacheln zu besondrer Grösse und zum Theil auch eigenthümlicher Bildung (XXVII. 8 b). Noch mehr ausgezeichnet sind die vier Aequatorialstacheln der Gattung Lithoptera (XXVII. 10), indem hier das Ende eines jeden beiderseits zu einem in der Aequatorialebene gelegenen, ansehnlichen gegitterten Flügel auswächst, entsprechend den Gitteranhängen, welche wir schon oben im Allgemeinen von den Stacheln der Acanthometreen erwähnten. Eine weitere Modification entsteht dadurch, dass sich nur zwei gegenständige Aequatorialstacheln zu hervorragender Grösse und theilweise auch eigenthümlicher Gestalt entwickeln (Unterfamilie Acantholonchida Hck.); hierdurch wird bei der Gattung Amphilonche Hck. (XXVII. 7) das Skelet von dem monaxonen zum zweistrahligen Typus übergeführt, mit einer Symmetrieebene, welche durch die äquatorialen Hauptstacheln geht. Eine weitere Modification dieser Form tritt noch bei den Gattungen Acantholonche und Amphibelone dadurch auf, dass die beiden besonders ausgezeichneten Aequatorialstacheln

ungleich sind. Der allgemeinen morphologischen Gestaltung nach schliesst sich hier auch die merkwürdige Gattung Diploconus Hck. an (XXVII. 11), welche gleichfalls eine mächtige Entwicklung zweier gegenüberstehender Aequatorialstacheln zeigt, gleichzeitig jedoch auch noch eine sehr merkwürdige Entwicklung der Tropenstacheln, indem die vier, je um die beiden Hauptstacheln gruppirten Tropenstacheln zu je einer längsgestreiften, die Hauptstacheln in Gestalt einer Röhre umscheidenden dünnen Lamelle verschmolzen sind. Die beiden so gebildeten Röhren gehen central in einander über. Die Polarstacheln und die zwei kleinen Aequatorialstacheln sind kurze, cylindrische Stümpfe.

Ihre höchste Entwicklungsstufe erreichen die Acanthometrenskelete in der Familie der Dorataspida Hck. (einschliesslich Sphaeracapsida Hck. 1881). Es lassen sich diese Gruppen im Allgemeinen von schon erwähnten, durch die seitlichen Fortsatzbildungen ihrer 20 Stacheln ausgezeichneten Formen ableiten. Bei den zahlreichen hierhergehörigen Gattungen entwickeln sich nämlich an den Stacheln, in gewisser Entfernung von den Centralenden, zwei oder vier seitliche Fortsätze, welche sich wieder dichotomisch oder ästig zertheilen können und bei einer Untergruppe auch zu einer weitlöcherigen (Dorataspis, XXVIII. 5) oder engmaschigen (Haliommatidium, XXVIII. 6) Gitterplatte zusammenfliessen, welche also vom Stachel durchsetzt wird. Diese Fortsatzbildungen treten im ausgewachsenen Zustand zur Bildung einer die Centralkapsel einschliessenden Gitterkugel zusammen, indem entweder die benachbarten unter Nahtverbindung zusammenstossen, jedoch nicht verschmelzen, oder eine wirkliche Verwachsung der benachbarten Platten zu einer einheitlichen Gitterkugel im Alter eintritt.

Zu den 20 Hauptstacheln, von welchen die Gitterkugel der seither besprochnen Dorataspiden ihre Entstehung nahm, können sich noch accessorische, von der Oberfläche der Stachelfortsätze centrifugal entspringende Stachelgebilde hinzugesellen, welche sich demnach nicht in das Innre der Gitterschale fortsetzen. Bei gewissen Formen gehen diese accessorischen Stachelgebilde eine eigenthümliche Weiterentwicklung ein, indem sie sich blattförmig entwickeln und um die Basis jedes der 20 Stacheln zu einem diese umscheidenden Röhrchen zusammenschmelzen.

Bei der Gattung Aspidomma Hck. (1881, wie es scheint, in „Tessaropelma“ umgetauft) schliesslich ist die Fortsatzbildung an zwei verschiednen Stellen der 20 Stacheln eingetreten, einmal innerhalb und ein zweites Mal ausserhalb der Centralkapsel, so dass sich zwei ineinander geschachtelte Gitterkugeln entwickelt haben (XXVIII. 7), eine intrakapsuläre oder Markschale, und eine extrakapsuläre oder Rindenschale, welche Schalen wahrscheinlich ähnlich wie bei gewissen Einschaligen im Alter durch Verwachsung zu ganz einheitlichen geworden sind. In neuester Zeit hat Häckel im Material des Challenger noch drei weitere Gattungen doppelschaliger Dorataspiden aufgefunden und für diese Formen eine besondre Unterfamilie der Phractopelmiden gegründet.

β. Die sogen. Sphaeroidskelete, oder die Skelete der übrigen Peripylaria.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die hier, nach dem Vorgang Hertwig's, als Sphaeroidskelete bezeichneten Skeletbildungen der übrigen Peripylaria*) eine einheitliche Gruppe darstellen. Wenn in dieser Hinsicht noch ein Zweifel herrschen kann, so betrifft derselbe nur den Zusammenhang der einfachsten, aus losen Elementen aufgebauten Skelete, welche wir einstweilen hierherziehen, mit den höher entwickelten, deren Grundtypus die zusammenhängende Gitterkugel ist.

Die soeben erwähnte, einfachste Ausbildungsform der hierhergerechneten Skelete treffen wir theils bei den sogen. Colliden (Collidaria Hck. 1881), theils bei den koloniebildenden Sphaerozoiden (= Syncollaria Hck. 1881) an. In beiden Abtheilungen finden sich jedoch auch ganz skeletlose Formen, was auch die Ansicht unterstützt, dass die Skelete dieser Abtheilungen sehr ursprünglicher Natur sind. Ein solch einfachstes Skelet wird gebildet von einer grösseren Anzahl isolirter und solider, meist nadelförmiger Kieselgebilde, welche gewöhnlich in tangentialer Lagerung die Centralkapsel umhüllen und sich bei den koloniebildenden Formen zuweilen auch durch die gemeinsame Gallerte zerstreuen (XVIII. 3—5, 7, XIX. 1—3). Wie gesagt, ist die Gestalt dieser Kieselgebilde fast stets eine nadelförmige, mit beiderseits zugespitzten Enden, so dass sie auch gewöhnlich als Spicula bezeichnet werden. Sie sind geradegestreckt oder gebogen bis geschlängelt und entweder glatt oder mit zahlreichen Dörnchen oder seitlichen Aestchen besetzt. Statt einfacher Nadeln finden sich zum Theil auch vierstrahlige oder vierschenklige (sowohl unter den Colliden wie den Sphaerozoiden), sehr ähnlich denjenigen gewisser Spongien und solche, welche an beiden Enden in je zwei oder drei (nach Brandt auch zuweilen vier) divergirende Gabelzinken auslaufen**); diese Spicula stellen sich also etwa dar, wie zwei Drei- oder Vierstrahler, welche je einen Strahl gemeinsam haben. Meist sind die Skeletelemente bei einer und derselben Form durchaus gleich, seltner dagegen kommen gleichzeitig verschiedenartig gebaute Elemente vor.

Von der Nadelgestalt abweichende Elemente finden sich nur bei der Collide Thalassosphaera Morum J. M. sp. und der wegen ihrer angeblich kalkigen Skeletelemente schon erwähnten Calcaromma calcarea W. Thoms. Bei der ersterwähnten Form sind die Elemente kuglige Körper mit zackiger Oberfläche (XVIII. 3); bei der letzterwähnten dagegen kreisrunde Scheibchen mit gezacktem Rand, einem Sporenrädchen sehr ähnlich.

*) = Peripylaria Hck. mit den Familien der Sphaerida + Discida + Zygartida + Lithelida Hck. und hierzu noch die Ordn. Collodaria, Symbelaria und Syncollaria Hck. 1881 (Nr. 37).

**) Im ersteren Fall, bei der sogen. Thalassosphaera bifurca Hck. (zweifelhafte Collide) findet sich eine nochmalige Gabelung dieser Zinken.

Es ist leicht denkbar, dass sich durch Verwachsung isolirter Skeletelemente, wie sie im Vorstehenden besprochen wurden, eine mehr oder minder regelmässige Gitterschale bilden konnte und da wir unter den Sphaerozoëen einige Formen antreffen, deren Skelet von einer oder auch zwei ineinander geschachtelten, zusammenhängenden Gitterkugeln gebildet wird (Collosphaerida Hck. 1862, neuerdings von ihm zu besondrer Ordnung der Symbelaria neben den seither besprochnen Sphaerozoeen, seiner Ordnung Syncollaria erhoben), so scheint auch eine solche Ableitung der Gitterkugelskelete nicht ganz unwahrscheinlich. Die Gitterschale dieser Collosphaerida oder Symbelaria ist wenigstens bei der bis jetzt allein genauer bekannten Gattung Collosphaera (XIX. 5a u. b) ziemlich unregelmässig, namentlich was die Grösse und die Gestalt der Gitterlöcher betrifft. Die beiden ineinandergeschachtelten Gitterkugeln gewisser hierhergehöriger Geschlechter (s. Häckel 37) sind durch radiale Kieselstäbe unter einander verbunden, zeigen daher ganz dieselbe Bildung, welche wir im Folgenden eingehender bei den mehrschaligen Sphaeroideen besprechen werden. Die Oberfläche der einfachen Gitterkugel oder der äusseren Kugel der zweischaligen Formen ist entweder glatt oder mit stachligen Auswüchsen bedeckt, ja es können solche auch auf der Innenfläche der einfachen Schale centripetal zur Ausbildung gelangen.

Eine interessante Modification zeigt die Gattung Siphonosphaera Hxl., indem hier ein Theil der Poren der einfachen Gitterschale zu gegitterten Röhrchen centrifugal auswächst (XIX. 7).

Eine einfache Gitterkugel von extra- oder intrakapsulärer Lagerung*) zeichnet nun weiterhin eine ziemliche Zahl der Sphaeroideae aus, welche wir wohl als Monosphaerida (oder Monosphaeria Hck. 1881) zusammenzufassen berechtigt sind. Im Allgemeinen ist bei diesen Formen der Bau der Gitterkugel ein sehr regelmässiger, nur die Gattung Cyrtidosphaera (XIX. 15, welche jedoch hinsichtlich ihrer Selbstständigkeit gegenüber Collosphaera nicht ganz sicher ist), sowie einige neuerdings von Häckel gefundne Formen zeigen noch eine ähnliche Unregelmässigkeit der Gittermaschen wie die Collosphaera und Verwandte. Bei den übrigen Monosphaeriden ist die Gitterkugel durchweg sehr regelmässig gebaut, sowohl in Bezug auf die Regularität der Kugelgestalt, wie die übereinstimmende Grösse der kreisrunden oder hexagonalen Gitterlöcher. Die Wandstärke der Gitterschale ist gewöhnlich nicht sehr beträchtlich, so dass, bei gleichzeitiger sehr dichter Zusammendrängung der Gitterlöcher, die Schalenwand aus einem ziemlich zarten und regelmässigen Netzwerk von Kieselfäden gebildet wird (XX. 1, hauptsächlich Heliosphaera, Diplosphaera und

*) Während früher namentlich Häckel der Lagebeziehung der Skelettheile und speciell der Gitterkugeln der Sphaeroidea zu der Centralkapsel eine hervorragende Bedeutung in systematischer Hinsicht zuschrieb, ergaben dagegen die Untersuchungen Hertwig's, dass diesen Verhältnissen durchaus keine solche Bedeutung beizulegen ist, da das eine Verhalten leicht aus dem andern hervorgeht. Später wird es am Platze sein, Genaueres hierüber zu berichten.

Arachnosphaera). Zuweilen erheben sich die Poren in Gestalt abgestutzter Kegel etwas über die äussere (Etmosphaera) oder die innere Oberfläche der Schale (Ceriosphaera Hck. 1881); im ersteren Fall sind sie nach aussen, im letzteren nach innen konisch zulaufend. Mannigfaltiger gestaltet sich das Skelet durch die häufige Entwicklung radialer Stacheln, welche sich von der Schalenoberfläche in centrifugaler Richtung zu sehr verschiedner und häufig sehr beträchtlicher Länge erheben. Die Zahl dieser Stacheln ist sehr verschieden, schwankt zwischen zwei und sehr hohen Zahlen. Im letzteren Fall sind die Stacheln entweder alle gleich und gleichmässig, ohne besondre Ordnung, über die Schalenoberfläche zerstreut, oder es zeichnen sich unter ihnen 20 durch besondre Länge und Stärke vor den übrigen aus, und diese 20 entsprechen in ihren Stellungsverhältnissen dem bei den Acanthometreen besprochnen Müller'schen Gesetz. Ein solches Verhalten findet sich nach Häckel sowohl bei Heliosphaera wie Diplosphaera.

In neuester Zeit haben uns die Untersuchungen Häckel's noch eine ganze Reihe eigenthümlicher Zahl- und Stellungsverhältnisse der Stacheln seither unbekannter Formen der Monosphaerida kennen gelehrt, welche unser besondres Interesse dadurch erregen, weil sie sich in ganz ähnlicher Weise bei den später zu besprechenden mehrschaligen Formen wiederholen. So finden wir namentlich eine Anzahl sechsstachliger Formen, deren sechs Stacheln nach den drei Richtungen des Raumes, also wie die Axen eines Octaëders orientirt sind. Bei einer folgenden Gruppe sinkt die Zahl der Stacheln auf vier herab, indem zwei gegenüberstehende der vorhergehenden Gruppe ausgefallen sind und schliesslich reducirt sich die Stachelzahl bei einer dritten Gruppe auf zwei, durch weiteren Ausfall zweier zusammengehöriger Stacheln, in welchem Fall demnach die beiden einzigen Stacheln eine Hauptaxe bezeichnen. Eine solche tritt jedoch auch zum Theil schon bei vierstachligen Formen hervor, indem sich zwei zusammengehörige Stacheln durch besondre Grösse vor den zwei andern auszeichnen, ja diese Hauptaxe kann sich sogar ungleichpolig, sowohl bei vier- wie zweistachligen gestalten, indem ihre beiden Stacheln in Länge oder Bildung Verschiedenheiten aufweisen.

Die Stacheln sind entweder drehrund oder dreikantig; letzteres beruht, wie wir bei den Stachelgebilden der Sphaeroideen noch häufig finden werden, darauf, dass sie sich in solchen Fällen über den Knotenpunkten der hexagonalen Maschen erheben, also Punkten, wo drei Maschenbälkchen zusammenstossen, um sich dann als Kanten auf die Stacheln fortzusetzen.

Bei einer Anzahl Formen entwickeln sich an den Kanten der Stacheln einfache, zahn- bis stachelartige oder verästelte Seitensprossen. Zu solchen Seitensprossen oder Aestchen gesellen sich bei Diplosphaera noch zarte, verästelte oder unverästelte Kieselfäden hinzu, welche in übereinstimmender Höhe von den 20 Hauptstacheln entspringen und sich mit denen der benachbarten Stacheln verschmelzend vereinigen,

so dass die Gesammtheit dieser Fäden eine spinnwebartige, zarte, äussere Kugelhülle bildet (XX. 5 c). Bei der Gattung Arachnosphaera wiederholt sich eine entsprechende Bildung verzweigter Fortsätze, welche zu solchen zarten und unregelmässigen äussern Hüllen zusammentreten, an den Hauptstacheln in regelmässigen Abständen 4—6 Mal, so dass also die Hauptgitterschale von 4—6 äussern, unregelmässigen, zarten Kieselkugeln eingehüllt wird (XX. 6).

Selten begegnen wir einer fortgesetzten dicho- oder trichotomischen Zertheilung der Stacheln.

Bei den Skeletbildungen aller jetzt noch zu besprechenden Sphaeroideen wiederholen sich die gitterigen Kugelschalen in mehrfacher, zwei- bis vielfacher Zahl. Es sind mehrere solcher Kugelschalen concentrisch ineinander geschachtelt und stehen durch Radialstäbe, welche im allgemeinen den Stacheln der Monosphaeriden zu parallelisiren sind, in Verbindung. Diese Radialstäbe setzen sich jedoch nie in den Innenraum der innersten Kugel (der sogen. Markschale) fort, sondern die innersten nehmen stets von der Oberfläche dieser Markschale ihren Ursprung. So unzweifelhaft es nun auch erscheint, dass diese mehrschaligen Formen sich von den Monosphaeriden herleiten, so ist doch bis jetzt nur wenig Genaueres über den Gang dieser Entwicklung bekannt geworden. Ueberhaupt ist ja die Entwicklungsgeschichte der Radiolarienskelete bis jetzt sehr wenig erforscht und nur sie wird im Stande sein, uns über die Ableitung der mehrschaligen Formen von den einschaligen sicher aufzuklären.

Die grössere Wahrscheinlichkeit scheint mir, in Uebereinstimmung mit der Ansicht Häckel's (16) und im Gegensatz zu der Hertwig's (33), dafür zu sprechen, dass die innerste Gitterkugel der Polysphaeriden der einfachen Kugel der Monosphaeriden entspricht und dass sich daher die Skelete der ersteren centrifugal entwickelten, indem es durch Vermittlung der Stachelfortsätze zur Bildung weiterer, äusserer Gitterkugeln kam, denen also wenigstens uranfänglich eine ähnliche Entstehungsweise zukam, wie den zarten äusseren Kugeln der Diplo- und Arachnosphaera. Mit dieser Anschauungsweise stimmt auch das Wenige überein, was wir von der Entwicklung der Polysphaeriden wirklich kennen, denn einmal hat schon J. Müller (12) den Nachweis geführt, dass sich die äussere Schale der Gattung Heliodiscus thatsächlich durch Zusammenfluss seitlicher Fortsätze der Stachelbildungen der inneren Schale successive entwickelt und weiterhin hat Hertwig selbst gezeigt, dass die Entwicklung des eigenthümlichen Skelets der Tetrapyle und seiner übrigen sogen. Dysphaerida im Princip denselben Gang einschlägt*). Das centrifugale

*) Ausserdem hat jedoch Hertwig (33) auch eine jugendliche Sphaeridee beobachtet, welche er zu der zweischaligen Haliomma ziehen zu dürfen glaubt. Dieselbe besass nur eine Gitterkugel, welche sich durch ihre Grösse, sowie ihre Einlagerung in den Kern entschieden als die innerste oder Markschale der Haliomma darstellt. Eine äussere zweite Schale fehlte hier noch völlig; es spricht diese Beobachtung also gleichfalls gegen die Ansicht Hertwig's und für die Entwicklung der mehrschaligen Sphaerideen in centrifugaler Richtung.

Wachsthum tritt dann weiterhin bei den sehr vielschaligen Formen der Polysphaeriden so unzweifelhaft und deutlich und zwar durch Vermittlung der Stachelfortsätze hervor, dass hieraus wohl ein Rückschluss auf die Entwicklung der primitiven Formen gestattet sein dürfte.

Wir halten es daher für das Wahrscheinlichste, dass sich die Polysphaeriden aus Monosphaeriden in der angegebnen Weise entwickelt haben und diese Anschauung findet, wie es scheint, namentlich darin noch eine wesentliche Stütze, dass die vielschaligen Formen hinsichtlich der Bestachelung und andrer Charaktere ganz ähnliche Bildungsverhältnisse darbieten wie die Monosphaeriden. Ich neige daher auch zu der Ansicht, dass die vielschaligen Formen keineswegs als einheitliche Gruppe den einschaligen gegenübergestellt werden können, sondern dass die Bildung polysphäroider Formen von verschiednen Monosphaeriden aus stattfand.

Zahlreiche Formen haben zwei, drei, vier, nicht wenige jedoch auch fünf und mehr ineinandergeschachtelter Gitterkugeln aufzuweisen. Während bei den Formen mit geringerer Schalenzahl eine ziemliche Constanz dieser Zahl zu herrschen scheint, dürften dagegen die sehr vielschaligen Formen, wie mir scheint, eine geringere Constanz darbieten. Ich schliesse dies namentlich aus dem Verhalten einer Reihe sehr vielschaliger Formen, die in manchen Stücken von den hier zunächst zu betrachtenden Polysphaeriden abweichen und die wir erst später als Lithelida, Discida und Zygartida kennen lernen werden.

Wir betrachten hier zunächst die ursprünglicheren Formen mit regulär sphärischen Gitterschalen, welche sich zu zweien bis fünfen und auch mehr*) concentrisch umscheiden und alle stets ganz vollständig ausgebildet sind, d. h. keine Neigung zu unvollständiger Ausbildung der äusseren Kugelschalen besitzen. Eine gesonderte Betrachtung dieser Formen nach der Zahl ihrer Kugelschalen halte ich für überflüssig, da sich ganz dieselben Typen bei den zwei-, drei- bis fünf- und mehrschaligen wiederholen.

Die innerste oder mehrere der innersten Schalen sind bei diesen Polysphaeriden in die Centralkapsel eingeschlossen. — Bei dieser Gelegenheit erscheint es von Werth, gleich darauf hinzuweisen, dass nach den Untersuchungen Hertwig's die ursprüngliche Lage der Gitterkugeln der Sphaeroideen entschieden eine extrakapsuläre ist, dass die Einschliessung der einfachen Gitterkugel oder mehrerer der innersten in die Centralkapsel ohne Zweifel eine Erscheinung ist, welche sich durch nachträgliche Umwachsung der innersten Kugeln durch die Centralkapsel erklärt. Namentlich bei dem einschaligen Cladococcus, sowie bei den Gattungen Diplosphaera und Rhizosphaera gelang es Hertwig, hierfür

*) Ich möchte glauben, dass die Zahl der Kugelschalen solcher Formen sich nicht viel über fünf erhebt; genauere Angaben Häckel's der solche Formen bis jetzt allein in grösserer Zahl beobachtete, liegen noch nicht vor; ich studirte eine hierhergehörige Form von Barbados, bei der ich bis zu sechs Kugelschalen beobachtete.

entscheidende Beobachtungen anzustellen. Der Einschluss einer ursprünglich extrakapsulären Gitterkugel vollzieht sich in der Weise, dass die Centralkapsel zunächst bruchsackartige Fortsätze durch die Maschenlöcher der Gitterschale hervortreibt*), welche schliesslich ausserhalb der Schale unter einander verschmelzen (XX. 5 a). Auch bei den sehr vielschaligen Disciden und Litheliden, welche erst später genauer zu erörtern sind und bei welchen die Centralkapsel nahezu die gesammte Schale einschliesst, ist dies Verhalten jedenfalls in gleicher Weise entstanden, worauf die Hertwig'schen Untersuchungen gleichfalls hinweisen.

Sehr selten tritt eine geringe Abweichung der Concentricität der sich umfassenden Schalen auf; so fand ich bei Actinomma und einer Caryosphaera Hck. (?) von Barbados (XXIII. 12) eine etwas excentrische Lagerung der innersten oder Mark-Schale. Die Gitterstructur der Schalen unterliegt auch bei den Polysphaeriden zahlreichen Modificationen, je nach Zahl, Grösse und Gestalt der Gitterlöcher, der Wandstärke der einzelnen Schalen u. s. w. und namentlich verrathen auch die aufeinanderfolgenden Schalen einer und derselben Form sehr häufig mehr oder minder beträchtliche Verschiedenheiten in der Gitterstructur. Im Allgemeinen nehmen die Gitterkugeln nach aussen nicht nur an Grösse, sondern auch an Zahl und Grösse ihrer Löcher, sowie an Wandstärke zu. Doch zeigt sich nicht selten, so bei der dreischaligen Gattung Actinomma, eine relativ viel weitere Gitterung der Markschale (XXI. 3 a u. b), welche z. Th. eine ganz weitmaschige Zusammensetzung aus dünnen Kieselbälkchen zeigt, wie wir sie bei gewissen Monosphaeriden antrafen.

Unter einander sind die Schalen durch radiale Kieselstäbe verbunden, deren ursprüngliche Bedeutung als Stacheln sich gewöhnlich noch daraus deutlich ergibt, dass sie sich wenigstens z. Th. noch als freie Stachelgebilde über die Oberfläche der äussersten Rindenschale erheben. Auch zeigen sie die gleiche Beschaffenheit, wie die freien Stacheln der Monosphaeriden, sie sind theils drehrund, theils jedoch sehr deutlich dreikantig bis dreiblätterig.

Wenn wir zuvörderst einen Blick auf die specielle Ausbildung der äusseren Rindenschale unsrer Formen werfen, so begegnen wir zunächst solchen mit stachelloser oder doch nur dorniger bis zackiger Oberfläche der Aussenschale; bei solchen Formen setzen sich demnach die zu der äusseren Rindenschale tretenden Radialstäbe nicht als freie Stachelgebilde fort.

Bei einer Reihe weiterer Formen dagegen erheben sich zahlreiche (acht und mehr) freie Stacheln von der Rindenschale (XXI. 5), und wie bei den entsprechenden Monosphaeriden, gewöhnlich ohne eine besondre Regelmässigkeit ihrer Stellung. Ob diese Stacheln auch hier zuweilen noch in der Zahl 20 vorhanden und dann nach dem Müller'schen Stellungsgesetz

*) Nur dieses Stadium des Durchwachsungsprocesses wurde jedoch bis jetzt bei Diplosphaera und den Disciden direct beobachtet.

orientirt sind, scheint bis jetzt nicht ausreichend ermittelt, dagegen sollen sich, wie schon hier bemerkt werden mag, die zu der äusseren Rindenschale tretenden Radialstäbe nach Häckel z. Th. noch in dieser Zahl und nach diesem Gesetz geordnet finden (Haliomma und Actinomma Hck. z. Th. s. 16). Bei einer grossen Anzahl Polysphaeriden reduciren sich jedoch die freien Stacheln der äusseren Rindenschale auf sechs (XXI. 3a), vier oder zwei (XXI. 4) und zwar ganz in derselben Weise, wie wir solche Reduction schon unter den Monosphaeriden antrafen. Die soeben betonten verschiednen Bestachelungsverhältnisse wiederholen sich in ganz entsprechender Weise bei zwei-, drei-, vier- und mehrschaligen Polysphaeriden, so dass wir unter den Polysphaeriden nach diesen Bestachelungsverhältnissen Reihen zu unterscheiden vermögen, welche an die entsprechenden Monosphaeriden anknüpfen und welchen ich mehr Natürlichkeit zuschreiben möchte, als den Gruppen, in welche Häckel die Polysphaeriden auf Grund der Schalenzahl sondert. Bei den vier-, wie bei den zweistacheligen Formen kann sich weiterhin auch hier die Stacheldifferenzirung geltend machen, welche wir schon bei den entsprechenden Monosphaerida antrafen, d. h. die beiden Stacheln der zweistacheligen können ungleich entwickelt sein*), oder bei den vierstacheligen eine ungleiche Entwicklung der Stacheln der zwei Kreuzaxen sich geltend machen.

Neben den erwähnten Hauptstacheln der äusseren Rindenschale treten jedoch z. Th. noch schwächer entwickelte accessorische Stacheln verschiedner Beschaffenheit auf, welche sich weiterhin auch dadurch im Allgemeinen auszeichnen werden, dass sie sich nicht als Radialstäbe in das Innere der Aussenschale fortsetzen. Viel unsicherer wie die Zahl- und und Stellungsverhältnisse der äusseren Stacheln der Rindenschale sind bis jetzt die der Radialstäbe aufgeklärt. Es ist dies erklärlich, weil dieselben viel schwieriger zu beobachten sind. Zur richtigen Beurtheilung der Verwandtschaftsbeziehungen sind jedoch auch diese Verhältnisse sehr wichtig. Dies erscheint ziemlich einleuchtend, wenn wir einen Blick auf die ersterwähnten Formen mit unbestachelter Rindenschale werfen. Die in dieser Hinsicht bis jetzt genauer bekannt gewordnen dreischaligen Formen, welche man seither unter der Gattung Actinomma aufführte, und die Häckel neuerdings (37) in nicht weniger wie drei besondre Gattungen zerlegt, zeigen recht verschiedne Zahlenverhältnisse der Radialstäbe, welche die innere und äussere Rindenschale verbinden. Die meisten besitzen zahlreiche derartige Stäbe, 8—20 und mehr, gewisse jedoch auch nur 4 und 6, welche ohne Zweifel demselben Stellungsgesetz folgen, wie die 4 oder 6 Stacheln auf der freien Oberfläche der einzigen Rindenschale zweischaliger Formen. Es fragt sich daher wohl, ob diese letzteren

*) Bei ein- und zweischaligen zweistacheligen Formen gesellt sich zum Theil ein merkwürdiger accessorischer Skelettheil zu den beiden Stacheln, indem deren Endspitzen durch einen die Schale umkreisenden Kieselring verbunden erscheinen. Von einschaligen Formen gehören hierher die Gattungen Saturnalis Hck. und Saturnalium Hck., von zweischaligen Saturnulus Hck.

Formen nicht richtiger mit solchen vier- und sechsstacheligen zweischaligen zusammengestellt, als wie z. B. Häckel will, mit den erstgenannten vielstäbigen vereinigt werden.

Bei den bestachelten Formen scheinen im Allgemeinen die schon beschriebnen freien Hauptstacheln als Radialstäbe nach innen fortzusetzen, jedoch ist bis jetzt nicht wohl möglich zu sagen, ob sie im Allgemeinen auch alle bis zur Markschale zu verfolgen sind. Für eine dreischalige Form, die Häckel'sche Actinomma trinacria mit 20 Hauptstacheln und 20 äusseren Radialstäben ist dies entschieden nicht der Fall, indem hier nur sechs innere Radialstäbe zwischen Mark- und erster Rindenschale vorhanden sind. Bei den stachelarmen Formen, so z. B. den zweigegestachelten, dreischaligen Stylosphaeren Ehrenberg's (die Häckel jetzt als Amphisphaera und Amphistylus bezeichnet), finde ich ausser den zwei Radialstäben, welche aus der Fortsetzung der beiden freien Stacheln hervorgehen, noch etwa acht weitere, ebenso beträgt die Zahl der innern Radialstäbe jedenfalls mehr wie zwei (siehe XXI. 4); es lassen sich hier diese secundären Radialstäbe etwa als accessorische Stachelbildungen der inneren Schalen betrachten.

Die freien Stachelbildungen der meisten hierhergehörigen Formen sind einfache, doch fehlen auch dornige und ästige, ja gegen das Ende schwammartig ausgebildete Stachelformen nicht. Seitenästchen der Stacheln sind zuweilen auch in Wirteln zusammengeordnet; alles dies sind Bildungen, welche wir auch schon bei Monosphaeriden getroffen haben.

Recht merkwürdig ist die Umbildung, welche der Skeletbau bei einer Anzahl Formen zeigt, die sich an die zweischalige Haliomma, z. Th. jedoch auch vielleicht an die dreischalige Actinomma anschliessen*). Bei diesen entwickelt sich die Rindenschale zu einer ungemeinen Wandstärke, so dass ihre Gitterlöcher zu engen, ganz dicht zusammengedrängten Röhren werden. Der Hohlraum zwischen Rinden- und Markschale (oder äusserer und innerer Rindenschale) wird sehr minimal. Stachelbildungen fehlen meist (Haliomma ovatum E. (XXI. 7) und radians E.), oder es finden sich zwei grosse Hauptstacheln (Rhabdolithis Pipa Eh. XXI. 8), welche eigenthümlicher Weise rechtwinklig zu einander gestellt sind und gegen welche die eigentliche Kugelschale so zurücktritt, dass sie wie der verdickte Vereinigungspunkt dieser Stacheln erscheint.

Von regulären sehr vielschaligen Polysphaeriden, bei welchen die zahlreichen Schalen sich sehr dicht umhüllen und durch viele, jedoch dünne Radialstäbe verbunden sind (und solche Formen scheinen zu existiren, lassen sich jedoch nur schwierig von den erst später zu besprechenden Litheliden mit einiger Schärfe trennen), leiten sich wohl eine Reihe kugliger Skeletbildungen von schwammiger Structur her. Stellen wir uns nämlich vor, dass die sich dicht umhüllenden concentrischen Schalen, so-

*) Einen Uebergang verrathen jedoch schon gewisse Actinomma (s. T. XXI. 6), bei welchen die Aussenschale eine sehr beträchtliche Dicke erreicht.

wie die sie verbindenden Radialstäbe, unregelmässiger wurden, so muss sich die bei einer Reihe hierhergehöriger Formen noch sehr deutliche concentrische Schichtung der sich umhüllenden gegitterten Skeletlagen schliesslich in ein aus unregelmässig durcheinander gewobnen Kieselbälkchen gebildetes spongiöses Gewebe verwandeln. Wir vermögen in dieser Weise etwa von den seither besprochnen regulären Polysphaeridae eine Gruppe von Formen herzuleiten, welche wir nach dem Vorgang Häckel's als Spongosphaerien bezeichnen können und die sich eben durch eine solche spongiose Umbildung oder Entwicklung der peripherischen Skeletregion oder des gesammten Skelets auszeichnen. Die Beziehung dieser Skelete zu den regulären Polysphaerida ergibt sich auch dadurch, dass, wie bemerkt, der Centraltheil der Schale vielfach noch aus deutlichen, concentrisch sich umgreifenden Gitterkugeln der gewöhnlichen Bildung besteht, welche in ein- bis dreifacher Zahl als sogen. Markschalen vorhanden sein können und dann erst peripherisch von der spongiös entwickelten Rinde eingehüllt werden. Diese Schwammrinde umhüllt entweder direct die Markschalen oder wird durch einen von Radialstäben durchsetzten Zwischenraum von denselben getrennt.

Bei einer Reihe weiterer hierhergehöriger Formen sind keine Markschalen mehr erhalten, sondern das kuglige bis elliptische Skelet erscheint durchaus spongiös. In vielen Fällen dürfte es jedoch ziemlich schwierig sein, sich von dem Mangel einer oder mehrerer kleiner Markschalen mit Sicherheit zu überzeugen, da die Schwammkugeln gewöhnlich sehr ansehnlich anwachsen und die Beschaffenheit des Centrums dann natürlich recht schwierig zu erforschen ist.

Bei einer Anzahl dieser Spongosphaerien ist das Schwammgewebe durchaus gleichmässig, d. h. es entwickeln sich keine stärkeren, die Schwammmasse in radialer Richtung durchsetzenden Kieselbalken, welche als freie Stacheln über die Oberfläche der Schwammmasse hervorragen. Bei andern Formen dagegen treten solche stärkere Radialbalken hervor, die sich bei mehrschaligen Formen bis zu den Markschalen verfolgen lassen, und ursprünglich nichts weiter sind als stärker entwickelte Stacheln dieser Markschalen. Die Zahl solcher starken Radialstäbe, respective ihrer freien stachelförmigen Verlängerungen, ist auch hier sehr schwankend und es wiederholen sich dieselben Verhältnisse der Bestachelung, welche wir schon bei den Mono- und Polysphaeriden zu verzeichnen hatten. — Wir finden daher sowohl Formen mit zahlreichen, acht und mehr Stacheln, die meist ohne besondre Regelmässigkeit ihrer Stellung aus der Oberfläche des Schwammskelets hervorschiessen (XXII. 1), als andrerseits solche mit vier rechtwinklig gekreuzten und schliesslich nur zwei gegenüberstehenden Stacheln (XXIV. 1). Auch für diese Formen scheint es mir möglich, dass sie sich direct von ähnlich gebauten Polysphaeriden ableiten, oder mit andern Worten, dass die Abtheilung der Spongosphaeria keine natürliche ist, was auch noch dadurch unterstützt

wird, dass spongiöse Umhüllungen und Umbildungen sich auch noch anderweitig wiederholen und ohne Zweifel mehrfach selbstständig und unabhängig von einander entstanden sind.

Von regulären Polysphaeriden leitet sich eine sehr reichentwickelte Formenreihe ab, welche von Häckel zuerst unter der Bezeichnung Discida (Fam. der Ordn. Peripylaria 1881) zusammengefasst wurde. Dieselben bilden jedoch nach meiner Auffassung sehr wahrscheinlich keine phylogenetisch zusammenhängende Gruppe, sondern umschliessen zwei selbstständig entstandne Abtheilungen, von welchen die eine die Phacodiscida und Coccodiscida Häckel's (1881), die andere dagegen die Porodiscida und Spongodiscida (ob alle?) dieses Forschers umfasst. Charakteristisch für alle Discida erscheint, dass die sich concentrisch umfassenden Gitterschalen früher oder später ihre reguläre Kugelgestalt aufgeben und eine abgeplattet linsenförmige mit kreisrunder Peripherie annehmen, demnach eine Hauptaxe ausbilden, welche die beiden Pole der äusseren, linsen- oder scheibenförmig abgeplatteten Schalen verbindet. Gewöhnlich gelangen jedoch diese äusseren, monaxonen Gitterkugeln nicht mehr zu völliger Ausbildung.

Die erste der oben erwähnten beiden Reihen beginnt mit Formen, welche sich direct von zwei- oder dreischaligen regulären Polysphaeriden ableiten lassen, bei welchen die einzige oder die äussere der beiden Rindenschalen linsenförmig umgestaltet ist, während die Markschale, oder die Markschale und die innere Rindenschale ihre reguläre Kugelgestalt bewahrt haben.

Solche Formen bilden die Gruppe (Unterfamilie) der Phacodiscida Häckel's. — Die linsenförmige, äussere Schale derselben ist theils ganz glatt und stachellos, theils aber ist ihr äquatorialer Rand mit einer sehr verschiednen Anzahl mehr oder minder ansehnlicher radialer Stacheln besetzt (XXII. 5 a). Zwei bis fünf und mehr Stacheln sind in dieser Weise entwickelt und zwar meist einfache, wiewohl zuweilen auch verästelte. Bei gewissen Formen fliessen diese Stacheln mit ihren Basen zu einem zarten vorspringenden Aequatorialsaum der Schale zusammen; bei anderen schliesslich ist dieser Aequatorialsaum allein ausgebildet (XXII. 6 a u. b) und erhebt sich zwischen zwei ansehnlichen Porenreihen des Aequatorialrandes. Ausser den äquatorialen Hauptstacheln kann jedoch die Schalenoberfläche noch secundäre, schwächer entwickelte Stacheln aufweisen (XXII. 3).

Die äquatorialen Hauptstacheln setzen sich entweder als Radialstäbe (jedoch nicht immer sämmtliche) bis zur eingeschlossnen Schale fort (XXII. 3 b) oder, und dies scheint der häufigere Fall zu sein, sie gehen nicht in Radialstäbe über.

Die Verbindung der linsenförmigen äussersten Schale mit der nächstfolgenden inneren wird in diesem Fall allein durch ziemlich zahlreiche Radialstäbe vermittelt, welche von der inneren Schale nach den Polfeldern

der Linsenschale hinstreben und die sich auch dann finden, wenn gleichzeitig äquatoriale Stäbe vorhanden sind (XXII. 3b, 5b). Die peripherischen Enden letzterwähnter Radialstäbe sind gewöhnlich etwas verästelt. Auch die beiden inneren Schalen der dreischaligen Formen stehen natürlich durch eine Anzahl Radialstäbe in Verbindung.

Von diesen Phacodiscida leitet sich nun die sehr reichhaltige Gruppe der Coccodiscida Häck. (Unterfamilie 1881) dadurch ab, dass sich zu der äusseren linsenförmigen Gitterschale noch zahlreiche weitere hinzugesellen, welche jedoch nur mit ihren äquatorialen Theilen zur Ausbildung gelangen. Man kann sich diese eigenthümliche Entwicklungsweise der Coccodiscida, welche sich in ganz entsprechender Art auch bei den Porodiscida Häckel's wiederholt, etwa folgendermaassen verständlich machen. Die linsenförmige Abplattung der äusseren, vollständigen Schale eines Phacodisciden erhöht sich bei der folgenden Gitterschale bis zu solchem Grade, dass dieselbe nicht mehr im Stande ist, die nächstältere und vollständige Linsenschale allseitig einzuschliessen, sondern, da sie stärker abgeplattet ist, wie diese ältere Schale, mit ihren Seitenflächen an die äquatoriale Zone derselben anstösst und verwächst; es bildet demnach diese unvollständige Schale nur einen äquatorialen Ring um die Peripherie der Linsenschale und in dieser Weise folgen nun bei den Coccodiscida noch eine verschiedne Zahl weiterer, jüngerer und immer umfassenderer Ringe aufeinander, lauter unvollständige, successive zur Ausbildung gelangende Gitterkugeln (XXIII. 5, 6). Alle diese sich umfassenden Ringe bilden um den aus zwei oder drei vollständigen Gitterschalen bestehenden, ganz phacodisciden artigen Kern eine Scheibe, welche sich gegen die Peripherie gewöhnlich etwas verdickt und in deren Centrum der phacodiscidenartige Kern beiderseits nabelartig etwas vorspringt (XXIII. 6). Die Scheibe lässt sich, wenn wir von ihrer Ableitung aus successiven, unvollständigen Gitterkugeln absehen, auch so beschreiben, wie dies von Häckel geschehen ist (16), nämlich als gebildet von zwei ihre Oberflächen bildenden, durchlöcherten Gitterplatten, deren Lumen von sich concentrisch umfassenden, durchlöcherten Ringbalken in die einzelnen Ringe zerfällt wird. Zwischen den aufeinanderfolgenden Ringbalken spannen sich zahlreiche radiale Kieselbälkchen aus, welche jedoch nicht etwa eine wirkliche Kammerung der Ringe hervorrufen, wie Häckel früher annahm, es sind dieselben vielmehr nichts weiter als die uns bekannten Radialstäbe zwischen den unvollständigen Schalen der Scheibe. Diese Radialstäbe vermitteln auch das Wachsthum der Scheibe in einer uns schon von den regulären Polysphaeriden bekannten Weise, welche sich hier durch Beobachtung leicht sicher stellen lässt. Durch stärkere Entwicklung einiger solcher Radialstäbe, welche dann durch die gesammte Scheibe hindurchgehen, und wohl gewöhnlich auch als Radialstäbe in den phacodiscidenähnlichen Kern zu verfolgen sind, bilden sich bestachelte Coccodisciden aus, indem solche Radialstäbe sich als freie Stacheln über den

peripherischen Rand der Scheibe fortsetzen. Dies geschieht in recht verschiedner Zahl, zwei, drei, vier, fünf und mehr*).

Viel interessanter wie diese Bestachelung ist eine nicht selten vorhandne unvollständige Entwicklung der Scheibe, durch welche die Häckel'sche Unterabtheilung der Astracturida (1881, 37) unter den Coccodiscida gekennzeichnet wird. Bei diesen Formen entwickeln sich die Scheibenringe, mit Ausnahme vielleicht des innersten oder weniger innerer, nur längs gewisser Radien, so dass also nicht eine zusammenhängende Scheibe, sondern eine verschiedne Zahl sich nach der Peripherie etwas verbreitender Arme zur Ausbildung gelangen, welche aus den entsprechenden Ringtheilen zusammengesetzt sind (XXIII. 10). Die Zahl dieser Arme ist, wie gesagt, ziemlich verschieden, so finden sich zwei entgegenstehende, drei unter Winkeln von 120° zusammenstehende, vier rechtwinklig gekreuzte, fünf oder sechs entwickelt. Nicht selten entwickelt sich ein Radialstab der Arme ansehnlicher und springt als ein Stachel frei über das Armende vor. Bei einem Theil der Formen entwickeln sich zwischen den benachbarten Armen, dieselben verbindend, accessorische Scheibentheile, welche bei der bis jetzt allein durch eine Abbildung genauer bekannten Gattung Hymenastrum Ehb. (= Hymenactura Hck. 1881) ganz ähnlich gebaut zu sein scheinen, wie die Arme (XXIII. 11). Die sie zusammensetzenden Ringstücke sind nur viel weniger gekrümmt wie die der Arme, so dass sie sich deutlich von denen der letzteren absetzen. Häckel bezeichnet diese accessorischen Verbindungstheile der Arme als „gekammertes Flechtwerk" („vimentum cameratum").

Im Princip übereinstimmend mit den Coccodiscidae ist der Bau der sehr reichhaltigen Gruppe (Unterfamilie) der Porodiscidae Häckel's (früher, 1862, Trematodiscidae), doch scheinen sie sich, in Hinblick auf den Bau des Scheibencentrums als eine selbstständig entwickelte Gruppe zu erweisen. Während nämlich das Centrum der Coccodiscidenscheibe stets von einem sehr deutlich phacodiscidenähnlichen Kern gebildet wird, wird das der Porodisciden von einer, zwei oder drei sehr kleinen, im letzteren Falle sich concentrisch umscheidenden, vollständigen Gitterkugeln dargestellt. Der Abstand dieser Gitterkugeln von einander ist ziemlich gleich, es fehlt namentlich der für alle Coccodisciden, wie es scheint, sehr charakteristische, weite Abstand zwischen der linsenförmig abgeplatteten äussersten, vollständigen Schale und der oder den inneren kugligen Schalen. Ich neige daher zu der Ansicht, dass die Porodisciden sich in selbstständiger Weise von regulären Polysphaeriden ableiten, während die Coccodisciden ohne jeden Zweifel aus Phacodisciden hervorgegangen sind.

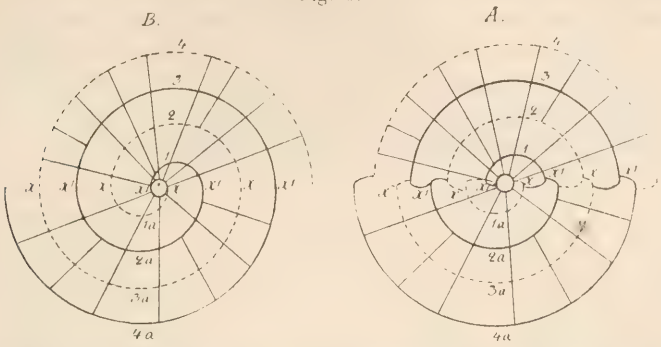
*) Eine hierhergehörige Form von Barbados zeigt die nicht uninteressante Eigenthümlichkeit, dass das oberflächliche Gewebe der peripherischen Scheibenregion sich dicht schwammig umbildet; nur in der Medianebene der Scheibe verbleiben noch zwei Lagen regelmässiger Kämmerchen, welche beiderseits von einer dicken Schwammlage bedeckt werden (s. XXIII, 7).

Um die erwähnten 1—3 kugligen Markschalen legen sich nun wie bei den Coccodisciden mehr oder minder zahlreiche unvollständige Schalen als äquatoriale Ringe herum und bilden wie bei ersteren eine kreisrunde Scheibe (s. z. B. XXIV. 3). Die relative Dicke dieser Scheibe hängt natürlich im Allgemeinen von der Zahl der Markkugeln ab, ist diese beträchtlich (drei), so ist die Dicke, welche meist den Durchmesser der äussersten Kugel, selten weniger beträgt, ansehnlicher. Nach der Peripherie zu verdickt sich die Scheibe jedoch gewöhnlich etwas, so dass die Scheibenflächen schwach konisch ausgehöhlt sind (XXIV. 4, 5b). Seltner dagegen nimmt die Dicke peripherisch ab. Die Markschalen springen nur sehr selten im Centrum der Scheibenflächen nabelartig vor, wie dies bei den Coccodisciden so ansehnlich hervortrat. Die Zahl der Radialstäbe, welche die successiven Ringbalken der Scheibe verbinden, steht in Zusammenhang mit der Scheibendicke. Ist dieselbe, wie gewöhnlich, sehr unbeträchtlich, so findet man in der Dickenrichtung der Scheibe nur eine Lage solcher Radialstäbe, welche im optischen Radialschnitt der Scheibe sehr deutlich hervortreten und in der Aequatorialebene gelagert sind (XXIV. 4). Ist die Scheibendicke beträchtlicher, so sind neben diesen in der Dickenrichtung noch weitere, über und unter der Aequatorialebne gelagerte, vorhanden (XXIV. 5b). Die Zahl dieser Radialstäbe wächst weiterhin successive mit der Umfangszunahme der aufeinanderfolgenden Ringe wie bei den Coccodisciden; ein einmal aufgetretner Radialstab setzt sich gewöhnlich nach der Peripherie durch sämmtliche folgende Ringe fort. Wie bei den Coccodiscida können sich diese Radialstäbe z. Th. oder auch sämmtlich stärker entwickeln und als freie Stacheln in sehr verschiedner Zahl (zwei bis zahlreiche) über die Scheibenperipherie hervorragen (XXIV. 8, 9).

Viel interessanter als diese Bestachelungsverhältnisse erscheint eine sehr merkwürdige Modification der Scheibenringe, welche bei einer nicht geringen Zahl der Porodisciden zur Ausbildung gelangt. Bei den ohne Zweifel ursprünglichsten Formen bilden die Ringbalken, welche die successiven Ringe von einander trennen, völlig geschlossne, reguläre Kreise. Daneben finden sich jedoch zunächst einige Formen, bei welchen die Ringe nicht mehr einheitlich, sondern dadurch in zwei Hälften zerfallen sind, dass die Ringbalken in zwei gegenüberstehenden Radien gebrochen erscheinen. Thatsächlich ist jedoch das Verhalten ein etwas anderes, und lässt sich etwa folgendermaassen beschreiben. Jeder Ring ist in zwei Hälften zerfallen, die sich nicht genau gegenüberstehen, sondern sämmtliche Ringhälften der einen Scheibenhälfte sind um etwas gegen die der anderen verschoben (s. den Holzschnitt Fig. 3, A. und XXIV. 7). Dabei können natürlich die gegeneinander verschobenen Hälften der Ringbalken nicht mehr zusammenstossen; statt dessen finden wir, dass sich die Enden der Ringbalkenhälften centralwärts bis zur Verwachsung mit dem nächstinneren etwas verschobnen Ringbalken der entgegengesetzten Scheibenhälfte einkrümmen. Die nebenstehende Figur wird dieses Verhalten, welches sich schwer mit Worten gut be-

schreiben lässt, noch besser versinnlichen. Der eben geschilderte Bau tritt jedoch nur bei vollkommen senkrechter Aufsicht auf die Skeletscheibe deutlich hervor; wird diese dagegen ein wenig schief gestellt, so verlaufen

Fig. 3.



Erklärung des Holzschn. Fig. 3. Schematische Construction des Baues eines scheinbar doppelspiraligen Porodisciden. A. Ansicht genau senkrecht auf die Scheibe. Im Centrum die vollständige Kugel, darum die gegen einander verschobenen Hälften der Ringbalken. 1—1a, 2—2a, 3—3a, 4—4a die zusammengehörigen Hälften dieser Ringbalken. B. Ansicht in etwas schiefer Richtung auf die Scheibe. Hierbei erscheinen die in Fig. A. mit x und x' bezeichneten Stellen stark verkürzt und fliessen daher die benachbarten Enden der Ringbalkenhälften zusammen, wodurch zwei scheinbare Doppelspiralen in der gezeichneten Weise hervorgehen.

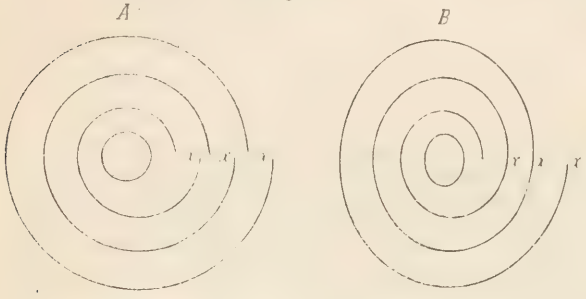
die Ringbalken, von der centralen kugligen Markschale beginnend, in Gestalt zweier ineinandergeschachtelter Spiralen umeinander (s. die nebenstehende Figur B). Dies erklärt sich nun, wie ich glaube, nicht schwer; bei etwas schiefer Betrachtung der Scheibe verkürzen sich die eingekrümmten Stellen x und x' der Ringbalkenhälften stark und als Folge hiervon fliessen die gegeneinander verschobnen Ringbalkenhälften scheinbar zu einer Linie zusammen, und zwar geschieht dies abwechselnd an beiden Seiten so, dass zwei ineinandergeschachtelte Spiralen entstehen, von welchen sich die eine aus den punktirt angedeuteten Ringbalkenhälften, die andere dagegen aus den nichtpunktirten zusammensetzt. Ehrenberg (26 u. 35) und Stöhr haben solch anscheinend doppelspiralige Formen beschrieben, welche ich zum Theil nachuntersuchte und in der beschriebnen Weise gebaut fand.

Noch weiter geht jedoch die Modification der Scheibenringe bei einer Reihe verwandter Formen, deren Ringe in ähnlicher Weise nicht in zwei, sondern in vier kreuzförmig gegenübergestellte Theile zerlegt erscheinen (XXIV. 10). Schon Ehrenberg hat derartige Formen beschrieben und ich habe mich von der allgemeinen Richtigkeit seiner Darstellung überzeugt. Die vier Einknickungsradien dieser Formen sind, wie es scheint, gewöhnlich durch vier stärkere, als freie Stacheln über den Scheibenrand fortgesetzte Radialstäbe ausgezeichnet.

Ehrenberg und Häckel haben nun auch hierhergehörige Formen beschrieben, bei welchen, von der kugligen Centralschale ausgehend, ein einfacher Spiralbalken die Scheibe durchzieht (XXIV. 6); Hertwig (33) hat schon für eine derartige Form (seine Stylospyra arachnia) hervorgehoben, dass ein solch spiraliger Verlauf des Balkens

nur bei einer etwas schiefen Ansicht hervortritt. Dies bestärkt mich in der Vermuthung, dass sich thatsächlich auch bei diesen Formen kein durchgehender Spiralbalken findet, sondern der Anschein eines solchen, bei etwas schiefer Ansicht der Scheibe, aus derselben Ursache herzuleiten ist, wie die scheinbar doppelspiralige Bildung der schon geschilderten Formen. Es findet sich nämlich hier, wie dies auch die Flächenansicht der Hertwig'schen Stylospyra arachnia erweist, eine Verschiebung und Unterbrechung der concentrischen Ringbalken nur in einem Radius (siehe die Figur 4) und daher geht bei schiefer Ansicht aus denselben

Fig. 4.



Erklärung des Holzschnitts Fig. 4. Schematische Construction eines scheinbar einfach spiraligen Porodisciden. A. Ansicht senkrecht auf die Scheibe. Im Centrum die vollständige Kugel, darum eine Anzahl Ringbalken, welche in einem Radius in den Stellen x unterbrochen sind. B. Ansicht in etwas schiefer Richtung; hierbei erscheinen die Stellen x, wo die gebrochnen Enden der Ringbalken genähert sind, stark verkürzt und fliessen die sich deckenden Enden der successiven Ringbalken scheinbar zusammen, so dass nun statt getrennter Ringbalken eine zusammenhängende Spirale erscheint.

Gründen eine einfache Spirale hervor, wie bei der Unterbrechung in zwei entgegenstehenden Radien die Doppelspirale. Die Erklärung, welche Hertwig (33) von dem Bau seiner Stylospyra arachnia gibt, halte ich für unzutreffend. Hertwig hatte sich überhaupt irrthümliche Vorstellungen von den Porodisciden gebildet, da er allen einen spiraligen Bau zuschrieb. Wie Häckel (37) bin auch ich zu der sicheren Ueberzeugung gelangt, dass diese Ansicht ganz unhaltbar ist; ja ich kann sogar keinem Disciden mit Sicherheit einen echt spiraligen Bau zuschreiben.

Eine interessante morphologische Eigenthümlichkeit zeigt unter den Porodisciden noch die Gattung Perichlamydium Ehrbg., indem ihr Scheibenrand in einen breiten, hyalinen und porösen Saum auswächst (XXV. 1). Derselbe bildet sich meiner Ansicht nach in der Weise, dass die Scheibenperipherie sehr dünn wird, indem sich die beiden porösen Deckplatten schliesslich dicht nähern und zu dem hyalinen Saum ausbreiten.

Von hohem Interesse erscheint es, dass sich von den seither geschilderten Porodiscida eine Formgruppe herleitet (die Fam. der Euchitonida Hck. 1881), bei welcher sich durch Unvollständigwerden der Scheibe ganz die Verhältnisse der Astracturidae unter den Coccodiscida wiederholen. Eine genauere Schilderung des Bildungsmodus der in eine sehr verschiedne Anzahl Arme zertheilten Scheibe dieser Formen scheint nicht nöthig, da derselbe, wie gesagt, ganz dem schon bei den Astracturida besprochnen entspricht. Die Zahl der Arme schwankt auch hier zwischen

zwei und sechs (XXV. 2—5). Jedoch bildet die zuweilen auftretende Dichotomie oder Verästelung der Arme ein neues morphologisches Moment*). Ganz wie bei gewissen Astracturidae wiederholt sich aber die Erscheinung, dass sich bei einem Theil der Formen die Scheibe wieder vervollständigt durch Bildung secundären Skeletwerks (eines sogen. Patagium, Häckel) zwischen den benachbarten Armen. Seinem feineren Bau nach nähert sich dieses Patagium dem der Arme (XXV. 5, h). Seine Ringbalken besitzen jedoch einen abweichenden, zum Theil sogar sehr unregelmässigen Verlauf. Ein solches Patagium spannt sich theils nur zwischen den Basen der Arme aus und kann dann zuweilen auch seinerseits armartig auswachsen (Euchitonia cruciata Stöhr) oder erstreckt sich bis zu den Enden der Arme.

Einen etwas eigenthümlichen Bau zeigt die am besten hier anzuschliessende Gatt. Stephanastrum Ehrb. (XXV. 4). Von einem centralen discidenartigen Skelettheil, der aus drei vollständigen, ineinandergeschachtelten Kugeln und einer vierten unvollständigen, einen äquatorialen Ring bildenden besteht (4a, 4b), erheben sich vier unter rechten Winkeln gekreuzte Arme (4a), welche jedoch in ihrem Bau sehr von dem der Euchitonida abweichen. Die Grundlage jedes Armes bildet ein axialer Stachel, der sich auch noch eine Strecke weit frei über das Armende erhebt (4c und d, st). Das diesen Stachel umschliessende Armgewebe besteht aus zahlreichen, allseitig von dem Armstachel ausstrahlenden Stäben, deren Enden eine, ohne Zweifel von ihnen aus gebildete, durchlöcherte Kieselmembran stützen, welche wie ein Mantel den Axenstachel umhüllt und die Armoberfläche bildet. Als sehr eigenthümliche Bildung gesellen sich hierzu noch vier, hinsichtlich ihrer Bauweise bis jetzt noch nicht näher erforschte, bandartige Skeletstreifen, welche sich zwischen den Enden der benachbarten Arme ausspannen und demnach zusammen eine rhombische Figur bilden (4a).

Wie Häckel neuerdings ohne Zweifel richtig erkannte, leitet sich von den Porodiscida höchst wahrscheinlich eine reiche Gruppe scheibenförmig abgeflachter Formen mit schwammartigem Gewebe (Spongodiscida Hck.), ganz ähnlich dem der Spongosphaerida, her, eine Abtheilung, welche Häckel früherhin auch in näheren Zusammenhang mit diesen letzteren gebracht hatte. Der Uebergang des Scheibengewebes der Porodiscida in solches Schwammgewebe vollzieht sich ohne Zweifel in derselben Weise, wie wir dies auch schon bei einer Form der Coccodiscida beobachtet haben. Höchst wahrscheinlich trat die schwammige Umbildung der Porodiscidenscheibe zunächst peripherisch auf, es bildeten sich Formen

*) Nicht uninteressant ist es, dass sich dreiarmige Euchitonida häufig so entwickeln (Euchitonia), dass sich zwei Arme durch Grösse und Bauweise von dem dritten Arm merklich unterscheiden, wodurch also eine zweistrahlige Gestalt des Skelets bedingt wird. Diese Zweistrahligkeit wird am lebenden Thier dadurch noch deutlicher, dass die unpaare sogen. Sarkodegeissel, im Grunde zwischen den beiden gleichen Armen, also gegenüber dem unpaaren ihren Ursprung nimmt.

mit peripherischer spongiöser Scheibenzone (XXVI. 3—6), wovon Häckel neuerdings auch einige unter seinen Porodiscida aufführt*). Auch Stöhr beschreibt eine hierhergehörige Form mit spiraliger Bildung des centralen Scheibentheils, welche sich daher entsprechend den sogen. spiraligen Porodisciden verhält. Bei den übrigen Formen greift die spongiöse Umformung der Scheibe bis zum Centrum und es bleibt central nur noch eine einfache oder doppelte Markschale erhalten oder es hat die Schwammbildung auch noch diese innersten Skelettheile ergriffen (XXV. 7, 8).

Häckel hebt zwar ausdrücklich hervor, dass eine Ausbildung concentrischer Ringbalken diesen ganz schwammigen Spongodisciden stets fehle; ich möchte dies jedoch für einen Theil bezweifeln, da ich Spongodiscusformen mit recht deutlich concentrischer Anordnung von Ringbalken in der Medianebene der Scheibe sah, während die Scheibenflächen aus schwammigem Gewebe gebildet wurden. Die Schwammscheiben der Spongodisciden sind theils unbestachelt, theils mit randlichen Stacheln ausgerüstet, ja es können sich solche Stacheln auch von den Scheibenflächen erheben.

Auch unter den Spongodisciden wiederholt sich nun die Armbildung der Scheibe, welche wir schon bei den Phaco- und Porodiscida zu besprechen Gelegenheit hatten. Die Zahl dieser Arme schwankt auch hier zwischen zwei und vier. Im ersteren Fall bilden die beiden entgegenstehenden Arme einen stabartigen, cylindrischen Schwammkörper (XXVI. 8, XXVII. 3). Auch hier sind weiterhin die Arme zuweilen durch heterogen gebildetes, weitmaschiges Schwammwerk wieder vereinigt (XXVII. 2), so dass auch in dieser Beziehung die Parallele mit den Phaco- und Porodiscida eine vollständige wird.

Unsre Betrachtung führt uns jetzt zu einer neuen Reihe von Formen, welche sich, ähnlich wie die Coccodiscida von den Phacodiscida, von gewissen, monaxon umgestalteten Sphaerideen ableiten. Häckel, welcher diese Reihe neuerdings (37) durch eine beträchtliche Anzahl neuer Formen vermehrt hat, fasst dieselben jetzt zu einer besondern Familie der Zygartida zusammen und ich schliesse mich dieser Auffassung um so lieber an, als ich selbstständig zu einer gleichen Anschauung gelangt bin.

Die monaxone Umgestaltung, welche zu der Reihe der Zygartida führt, ist gewissermaassen der entgegengesetzt, welche zu den Coccodiscida durch die Phacodiscida führt. Der Beginn der Reihe hebt nämlich an mit einschaligen Formen, welche nicht in einer Axe abgeplattet, sondern verlängert sind und in der Aequatorialebne eine ringförmige Einschnürung aufweisen (Subfam. der Artiscida Hck. 1881). Zu dieser ellipsoidischen Schale können sich jedoch noch eine oder zwei kuglige Innenschalen hinzugesellen, von welchen die äussere oder die eine, über-

*) Häckel hat derartige Formen früher als besondre Gruppe der Spongocyclida zusammengefasst, jetzt scheint er dieselben z. Th. unter den Porodiscida mit veränderten Gattungsnamen aufzuführen, dagegen hat er die ganz entsprechend gebaute Gattung Spongasteriscus noch unter den Spongodiscida behalten.

haupt ausgebildete, durch eine Anzahl äquatorialer Radialstäbe mit der ellipsoidischen Rindenschale verbunden ist (XXII. 7 u. XXIII. 1)*).

Diese Formen entwickeln sich nun durch successive Bildung neuer, jedoch unvollständiger ellipsoidischer Schalen weiter, entsprechend dem Vorgang, welcher zur Bildung der Coccodiscida aus den Phacodiscida führte. Die nächstfolgende ellipsoidische Schale, die dritte oder vierte, ist noch ansehnlicher längsgestreckt und noch stärker äquatorial eingeschnürt, so dass sie die ältere ellipsoidische Schale nicht mehr vollständig zu umfassen vermag. Nur ihre beiden Polregionen gelangen zur Ausbildung, die äquatoriale Region jedoch fehlt, indem die Wandungen der beiden gesonderten Polregionen dieser unvollständigen Schale sich direct an die Wand der älteren, vollständigen Schale anlegen und mit dieser verwachsen. Die beiden getrennten Theile der unvollständigen Schale bedecken also wie zwei Kappen oder Kammern die Polregionen der nächstälteren, vollständigen. Durch fortgesetzte Entwicklung neuer, unvollständiger Schalen wächst das Skelet natürlich in zwei entgegenstehende Arme aus, welche sich aus den zusammengehörigen, jedoch getrennten Abschnitten successiver Schalen zusammensetzen, also gekammert erscheinen (XXV. 10). Die Zahl dieser Kammern ist, wie zu erwarten, bei den verschiedenen Formen ziemlich verschieden. — Bei einer der einfacheren, sowie einer der complicirten der hierhergehörigen Formen gesellt sich als accessorischer Skeletbestandtheil noch eine spongiöse mantelartige Umhüllung hinzu, welche auch als doppelte Hülle auftreten kann und ohne Zweifel aus der Weiterentwicklung der die Schalenoberfläche der nichtumhüllten Formen häufig verzierenden Bedornung hervorgeht (XXV. 10).

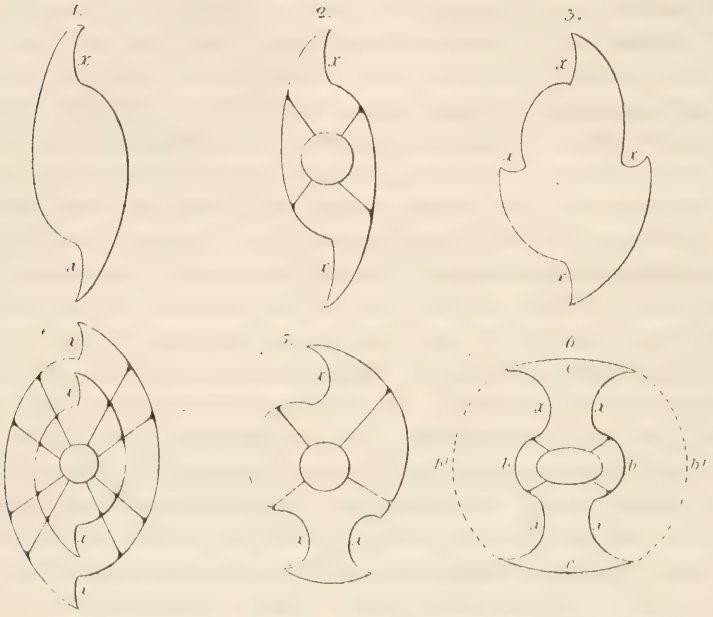
Eine sehr eigenthümliche Entwicklung schlägt das Sphaerideenskelet in der von Häckel neuerdings, auf Grund reicher Befunde aus den Sammlungen des Challenger, errichteten Familie der Pylonidae ein. Von der ganzen Gruppe war bis in die neueste Zeit mit Sicherheit nur eine Gattung, Tetrapyle J. M., bekannt.

Der Hauptcharakter dieser Formen, welche mit einer einschaligen Gruppe beginnen, besteht darin, dass sich an der länglich gewordnen Sphaerideenschale grössere spaltartige Oeffnungen in verschiedner Zahl bilden. Es lassen sich gewöhnlich drei Axen an dem Skelet unterscheiden, die schon erwähnte Längsaxe, eine hierauf senkrechte Breiten- und eine kleinste Tiefenaxe. Gewöhnlich gesellen sich zu der einen oder den mehrfachen mit Spaltöffnungen versehenen Schalen noch eine oder zwei elliptische Innenschalen gewöhnlichen Baues hinzu, welche sich durch Radialstäbe mit der Gitterwand der äusseren Schale, die sich

*) Es kann bis jetzt wohl noch nicht für ausgemacht gelten, ob die mit ein und zwei Innenschalen versehenen Formen, welche Häckel in der Subfam. der Cyphinida zusammenfasst, sich wirklich von einschaligen Formen herleiten oder selbstständiger Entstehung sind; wäre das erstere der Fall, so läge hier wohl ein Beispiel nachträglicher Bildung innerer Schalen vor.

zwischen den Spaltlöchern ausspannt, verbinden. Zahl und Anordnung der Spaltöffnungen der einfachen oder doppelten (und auch bei Tetrapyle nach Hertwig mehrfachen) äusseren Schale ist verschieden*). Bei einigen Formen finden sich nur zwei solcher Spaltöffnungen (s. den Holzschnitt Fig. 5, 1, 2, 4, x, x) und zwar an den beiden Polen der Längsaxe; bei

Fig. 5.



Erklärung des Holzschn. Fig. 5. Schematische Construction einer Anzahl Vertreter der Pylonida nach den Charakteristiken von Häckel (37, mit Ausnahme der Tetrapyle Nr. 6, welche nach der Darstellung Hertwig's gezeichnet ist). Nr. 1 Pylosphaera (Ehbg.) Hck., Nr. 2 Amphipyle Hck. 1881, Nr. 3 Pylocapsa Hck. 1881, Nr. 4 Amphipylonium Hck. 1881, Nr. 5 Triopyle Hck. 1881, Nr. 6 Tetrapyle J. M. — x, x bezeichnet in allen Figuren die spaltartigen Oeffnungen der Schale, welche stets dadurch entstanden gedacht sind, dass die benachbarten Theile der Schale, wegen verchieden starker Krümmung, nicht zusammentreffen und so eine Unterbrechung in der Schalenwand zu Stande kommt.

anderen treten hierzu noch zwei weitere an den Enden der Breitenaxe (Holzschnitt, 3). Auch drei in gleichen Abständen gestellte Spaltlöcher treten zuweilen auf (Holzschnitt, 5). Vier Löcher finden sich andrerseits auch so gestellt, dass je zwei symmetrisch auf den abgeplatteten Seitenflächen liegen, je eines zwischen dem Mittelpunkt der Seitenfläche und den Polen der Längsaxe (so Tetrapyle [Holzschnitt 6] etc.). Durch

*) Die Entstehung dieser Spaltlöcher lässt sich, nach meiner Vermuthung, wahrscheinlich ähnlich auffassen, wie die Entstehung der Unterbrechungsstelle in den Ringbalken gewisser Porodisciden und, wie Hertwig (33) schon hervorgehoben hat, darauf zurückführen, dass die ursprünglich reguläre Sphaeroidschale an gewissen benachbarten Stellen verschiedenartige Stärke der Krümmung annimmt, so dass diese Stellen nicht mehr aufeinanderstossen, sondern eine Spaltöffnung erzeugen. Auf Grund dieser Voraussetzung sind die Schemata des obigen Holzschnittes entworfen, da nur für Tetrapyle bis jetzt genauere Abbildungen und Beschreibungen vorliegen.

weitere Vermehrung erhebt sich die Zahl der Spaltöffnungen auf sechs und acht symmetrisch angeordnete, um schliesslich bei einer Gattung auf zehn und mehr zu steigen.

Von allen diesen Formen ist, wie gesagt, bis jetzt allein Tetrapyle durch Hertwig's genaue Untersuchungen näher bekannt, während die übrigen nur in kurzen lateinischen Gattungsdiagnosen geschildert wurden. Es wird sich daher verlohnen, die Gattung Tetrapyle als Beispiel etwas genauer zu besprechen.

Um die etwas ellipsoide, kleine Markschale der Tetrapyle (s. Holzschnitt 6, u. XXIII. 4) legt sich eine langgestreckte und in einer Queraxe etwas abgeplattete Rindenschale so herum, dass die Längsaxe der ellipsoiden Markschale mit dem Dicken- oder kleinsten Durchmesser der Rindenschale zusammenfällt. Vier weite, etwa ovale Löcher (x) durchbrechen die Rindenschale in schon geschilderter Lagerung, so dass auf jeder Seitenfläche der Rindenschale zwei dieser Löcher durch eine Gitterbrücke (b) getrennt erscheinen, welche Gitterbrücke parallel der Breitenaxe läuft. Von den zusammen eine Art Ring bildenden Gitterbrücken der beiden Seitenflächen erhebt sich dann nach jedem Pol zu eine bogige Gitterspange (c), welche beiden Spangen die zwei nach jedem der Pole zu gelegnen Spaltöffnungen der beiden Seitenflächen trennen. Im Dickendurchmesser (b b) tritt die Rindenschale sehr dicht an die Markschale heran.

Sehr bemerkenswerth ist nun, dass das Wachsthum des Tetrapylenskelets hiermit nicht abgeschlossen ist, sondern sich nach Hertwig in eigenthümlicher Weise weiter fortsetzt. Die äusseren (nach den Polen der Längsaxe gelegnen) Ränder der Spaltöffnungen nämlich wachsen, sich über die Löcher dachartig erhebend, zu Gitterplatten aus; indem diese Gitterplatten jeder Seitenfläche einander entgegenwachsen und schliesslich mit einander verwachsen, bilden sie über jeder Seitenfläche eine bogige Gitterspange (b'), so dass das Skelet nun bei Betrachtung in der Richtung des Breitendurchmessers (siehe den Holzschnitt) ganz die Ansicht der früheren Seitenfläche bietet, indem zwischen diesen neugebildeten Spangen und dem am Ende des Breitendurchmessers gelegnen Antheil des ursprünglichen Skelets jederseits zwei neue Löcher frei bleiben (bb^1). Von den äusseren Rändern dieser Löcher aus vermag sich diese Spangenbildung nochmals zu wiederholen und es bilden sich sodann zwei neue oder dritte Löcherpaare, die sich in der durch Breite- und Längsdurchmesser zu legenden Ebne symmetrisch gruppiren.

Ob sich auch bei anderen Pyloniden dergleichen merkwürdige, von den Spaltöffnungen ausgehende Wachsthumserscheinungen finden, lässt sich bis jetzt aus der kurzen Charakteristik, welche Häckel von denselben gegeben hat, nicht ersehen.

Mit wenig Worten sei zum Schluss noch eine letzte Gruppe der Sphaerideenskelete besprochen, welche Häckel zu der Familie der Lithelida erhob (1881, 37). Es scheint mir jedoch etwas unsicher, ob sämmtliche hierhergestellten Formen wirklich eine einheitliche, genetische Gruppe bil-

den; es sind aber bis jetzt nur wenige davon genauer bekannt. Alle hierhergehörigen Skelete besitzen eine kuglige bis elliptische Markschale gewöhnlicher Art und darum im einfachsten Fall eine ziemlich unregelmässig gebildete Rindenschale. Genauer bekannt ist von solch einfachen Formen bis jetzt nur Echinosphaera Hertw. durch die Untersuchungen Hertwig's (33). Die ziemlich unregelmässig kuglige Rindenschale zeichnet sich auch meist durch sehr unregelmässige Form und Grösse der Gitterlöcher aus (XXIII. 3a—b). Indem weiterhin einige grössere Löcher in dieser Rindenschale auftreten, nähert sie sich in ihrer Bildung sehr den Pylonidae, namentlich der vorhin genauer besprochnen Gattung Tetrapyle. Mir scheint daher auch Hertwig mehr im Recht zu sein, wenn er diese Form in nähere Verbindung mit Tetrapyle bringt.

Sehr eigenthümlich ist der Bau der Gattung Lithelius Hck., welche sich wohl von Echinosphaera oder Pyloniden ähnlichen Formen herleiten kann. Nach Hertwig, dem sich neuerdings auch Häckel angeschlossen hat, entwickelt sich das Skelet des Lithelius in folgender Weise. Um die nahezu kuglige Markschale bildet sich eine Rindenschale, welche sich aber nicht schliesst, sondern eine grössere Spaltöffnung besitzt, die dadurch zu Stande kommt, dass die sie begrenzenden Wandtheile der Rindenschale ungleich weit von der Markschale abstehen und daher auch in verschiednem Grade gekrümmt sind. Auch bei den Pylonida ist wahrscheinlich der Grund der Bildung der Spaltöffnungen im wesentlichen stets der gleiche, wie schon angedeutet. Hiermit ist jedoch das Wachsthum der Schale nicht abgeschlossen, sondern setzt sich dadurch fort, dass der weiter abstehende oder schwächer gekrümmte Rand der Spaltöffnung zu einem sich spiralig um die Rindenschale aufrollenden Gitterblatt fortwächst, dessen successive Windungen sich vollständig umschliessen (involut) (XXV. 7 u. 6). Es entsteht so ein kugliger bis ellipsoidischer Skeletkörper, der einen ganz ähnlichen Bau besitzt, wie die Gattung Alveolina unter den Rhizopoda. Unter sich stehen die successiven Windungen der spiraligen Gitterschale durch Radialstäbe in Verbindung, welche ursprünglich als feine Stachelgebilde von ihrer Oberfläche entsprangen und das Weiterwachsthum der Gitterschale vermitteln halfen.

Obgleich ich nun durchaus nicht in der Lage bin, die Möglichkeit einer solchen Bauweise des Lithelius zu bezweifeln, so erheben sich mir durch das Studium einer fossilen Form, welche ohne Zweifel hierhergehört, doch einige Bedenklichkeiten.

Wie es nämlich scheinbar doppelspiralige Porodisciden gibt, so finden wir auch doppelspiralige Litheliusformen und eine solche ist es, welche ich hier noch näher zur Sprache bringen will (XXV. 8). Betrachten wir diese nahezu kuglige Form in einer gewissen Richtung, so bietet ihr optischer Durchschnitt genau das Bild einer doppelspiraligen Porodiscide dar, wie wir es oben eingehender besprachen. Drehen wir jedoch nur wenig, so verliert sich auch hier die Spiralität und es tritt dasselbe Bild auf wie bei den Porodisciden, nämlich das sich umfassender Ringe, deren

Hälften gegeneinander etwas verschoben sind (8a). Dass dieses Bild schon bei schwacher Drehung in die Doppelspirale übergeht, erklärt sich aus denselben Gründen, wie bei den Porodisciden. Betrachten wir die optischen Durchschnitte in den beiden Ebnen senkrecht zur Ebne der scheinbaren Spiralität, von welcher die eine durch den Durchmesser der Bruchstellen der Ringe, die zweite hierzu senkrecht gelagert ist, so beobachten wir Bilder, welche denen regulärer, vielschaliger Sphaerideen entsprechen, indem sich zahlreiche Schalenlagen concentrisch umfassen. Ich erkläre mir diesen Bau wie den der doppelspiraligen Porodiscidae. In der ersten Rindenschale traten aus denselben Gründen, welche oben schon bei dem einfachspiraligen Lithelius hervorgehoben wurden, zwei Löcher auf, die jedoch nachträglich wieder durch eingekrümmtes Weiterwachsthum der Ränder geschlossen wurden. Successive bildeten sich nun neue derartige Schalen aus, alle von dem gleichen Verhalten. Es lässt sich daher unsre Form wohl von Pyloniden mit zwei Spaltöffnungen an den Enden der Hauptaxe ableiten.

Die Frage erhebt sich nun, ob nicht auch die einfachspiraligen Lithelіden in ähnlicher Weise, wie mir dies ja für die einfachspiraligen Porodisciden sicher zu sein scheint, nur scheinbar spiralig sind und sich wie die erstern durch nur einseitiges Auftreten einer Unterbrechung der Schalen erklären.

γ. Die Skelete der Phaeodaria.

Eine in sich geschlossene, selbstständig entwickelte Gruppe von Skeletbildungen repräsentiren ohne Zweifel die der sogen. Phaeodaria. Es geht dies einerseits daraus hervor, dass sich auch skeletlose, wohl sicher zu den ursprünglichsten gehörige Phaeodarien finden. Weiterhin zeigen die Skeletbildungen fast durchgehend einen Charakter, welcher denen der übrigen Radiolarien gänzlich fremd ist; sie sind nämlich hohl oder doch häufig mit hohlen, röhrenförmigen, stachelartigen Fortsatzgebilden ausgerüstet.

Hinsichtlich ihrer morphologischen Gestaltung verrathen die Phaeodarienskelete eine gewisse Uebereinstimmung mit denen der Sphaerideen, weshalb denn früherhin auch manche Phaeodarienformen unter die Sphaerideen eingereiht wurden.

So treffen wir gleich zunächst eine wohl recht ursprüngliche Formreihe (Unterfam. Cannoraphida und Aulacanthida Hck. 1879, Nr. 34), bei welcher das Skelet aus zahlreichen isolirten, hohlen Kieselelementen besteht, welche in die Gallerte eingelagert, die Centralkapsel mantelartig umhüllen; Skeletbildungen also, welche den früher besprochnen gewisser Colliden und Sphaerozoiden vergleichbar sind. Wie gesagt, sind die Skeletelemente dieser Formen hohl, wie schon Häckel bei einem Theil derselben richtig erkannte, Wallich (17) und Hertwig (33) weiterhin für Dictyocha fanden. Nie jedoch ist ihr Lumen nach aussen geöffnet, was besondre Erwähnung verdient, da es Häckel für einzelne Formen früherhin

behauptete. Zunächst sind es auch hier nadelförmige Kieselgebilde, welchen wir begegnen. Dieselben umlagern entweder tangential die Centralkapsel (Thalassoplancta Hck., XXXI. 18) oder es gesellen sich zu einem dichten Lager solch feiner tangentialer Nadeln noch grössere, welche radial von der Oberfläche der Centralkapsel ausstrahlen (Aulacantha, XXXI. 19). Das peripherische Ende dieser grösseren Radialstacheln kann mit kurzen Dörnchen besetzt sein.

Sehr eigenthümlich gestalten sich die hohlen, isolirten Skeletgebilde der Gattungen Mesocena und Dictyocha Ehrenberg's, von welchen die erstere bis jetzt nur fossil aufgefunden wurde. Sie besitzt Skeletgebilde von Gestalt hohler, in sich geschlossner Ringe von regulärer, bis elliptischer und stumpf dreieckiger Gestaltung (XXXII. 1—2). Die äussere Peripherie dieser Ringe wird durch eine sehr verschiedne Zahl kurzer Dörnchen geziert, so finden sich zwei entgegenstehende, vier kreuzförmig orientirte, drei stärkere in den stumpfen Ecken der dreiseitigen Ringe, wozu sich noch zahlreiche schwächere gesellen, oder zahlreichere im Umfang des Ringes vertheilt. Bei einigen bis jetzt nicht ganz sicheren Formen gesellen sich zu den centrifugalen Dörnchen auch centripetale hinzu, welche von der inneren Peripherie des Ringes nach dem Centrum zu streben und in den Zwischenräumen zwischen den äusseren Dörnchen entspringen. Durch Weiterentwicklung solcher centripetaler Dörnchen entstehen wohl sicher die Skeletgebilde der Gattung Dictyocha (XXXII. 3—6), indem sich die Dörnchen stärker entwickeln, sich nach der einen Seite über die Ebne des Ringes erheben und sich brückenartig unter einander verbinden. In etwas abweichender Weise entwickelt sich so bei zwei Formen nur eine Brücke, welche den ovalen Ring halbirt. Bei einer Reihe weiterer Formen ist der Ring vierseitig geworden, mit vier centrifugalen Dörnchen der Ecken; zwischen diesen entspringen aus den vier Seiten des Ringes vier centripetale Stacheln, welche sich dachartig über die Ebne des Ringes erheben und sich je zu zweien zu Brücken vereinigen, deren Gipfelpunkte wieder durch eine Querbrücke verbunden sind. Von dem Gipfel dieser letzteren erhebt sich häufig ein Stachel, oder es können sich auch zwei solcher Gipfelbrücken ausbilden, welche dann ein Scheitelloch umschliessen. Bei einer weiteren Reihe von Dictyochen wird der Ring sechsseitig, mit sechs centrifugalen und sechs centripetalen Dornen, deren Gipfel sich unter einander durch Seitenfortsätze vereinigen und so ein hexagonales oder rundes Scheitelloch umschliessen. Weiterhin sind jedoch auch sieben- und mehrstachelige Formen zur Ausbildung gelangt und nicht selten scheinen gewisse Unregelmässigkeiten in der Entwicklung Platz zu greifen.

Eine interessante Weiterbildung zeigen schliesslich die Skeletbildungen der Dictyochen bei den Stöhr'schen Distephanusformen (XXXII. 7), indem hier die Ausbildung der dachartigen Brücken auf beiden Seiten des ursprünglichen Ringes stattgefunden hat und so eine kleine polyedrische Gitterkugel mit hexagonalen Maschen entstanden ist.

Hinsichtlich ihrer Skeletbildung reiht sich an die seither besprochnen Formen wahrscheinlich die Gruppe (Familie) der Phaeosphaeria Häckel's zunächst an, bei welchen es zur Bildung zusammenhängender, kugliger Gitterschalen gekommen ist, die sich ähnlich zu den mit losen, nadelförmigen Skeletgebilden Versehenen verhalten dürften, wie die entsprechenden Formen unter den Peripyleen zu einander. Bei den einfacheren dieser Phaeosphaerien, von welchen die Gattung Aulosphaera bis jetzt allein näher bekannt ist (XXXII. 8a—e), findet sich eine aus meist deutlich hohlen Röhren aufgebaute, weitmaschige Gitterkugel oder ein polyedrischer Gitterkörper. Bei Aulosphaera sind die Maschen gewöhnlich sehr regulär dreieckig und in den Knotenpunkten stossen fast stets sechs Röhren zusammen (XXXII. 8b, c). In diesen Knotenpunkten findet jedoch keine Communication der Röhrenlumina statt, sondern sechs zarte Scheidewände trennen die Lumina der zusammenstossenden Röhren von einander. Auch communicirt das Hohlraumsystem des Skelets durchaus nicht durch Oeffnungen mit der Aussenwelt. Von den Knotenpunkten des Maschenwerks erheben sich gewöhnlich centrifugale, hohle Stacheln, deren Lumen jedoch gleichfalls gegen das der Röhren, welche durch ihr Zusammenstossen den Knotenpunkt erzeugen, abgeschlossen ist (8c). Interessant ist, dass bei Aulosphaera elegantissima die Axe dieser Stachelröhren von einem feinen Kieselfaden durchzogen wird, der sich auch noch ein Stück weit centripetalwärts frei über den Knotenpunkt hinaus verlängert. Auch in den Kieselröhren der Kugel ist dieser Faden zu verfolgen, liegt jedoch hier der Röhrenwand an.

Bei den complicirteren Phaeosphaerien gesellt sich zu der aulosphaeraartigen äusseren Gitterkugel noch eine innere, die Centralkapsel dicht umschliessende, zweite oder Mark-Schale (nach Häckel [34] „einaxig, kuglig oder eiförmig") hinzu, die vielleicht gleichfalls aus hohlem Gitterwerk besteht und wenigstens bei Coelacantha, der einzigen bis jetzt genauer bekannten hierhergehörigen Form, recht unregelmässig gegittert ist. Aeussere und innere Kugel stehen durch hohle Radialstäbe in Verbindung, deren Lumen sich bei Coelacantha möglicherweise in den Hohlraum der Markschale öffnet (vergl. hier. Hertwig 33). Von den Knotenpunkten der weitmaschigen, äusseren Kugel entspringen hohle, einfache oder verästelte Radialstacheln, die jedoch (Coelacantha) nicht Fortsetzungen der Radialstäbe sind, da die letzteren sich mit den Kieselröhren der äusseren Kugel mitten zwischen den Knotenpunkten vereinigen. Coelacantha zeichnet sich weiterhin noch dadurch aus, dass in der Axe aller Hohlröhren des Skelets ein feiner Kieselfaden hinzieht, ähnlich wie er auch schon bei Aulosphaera erwähnt wurde und ferner dadurch, dass die Lumina der Hohlröhren in gewissen Abständen durch Quersepten untergetheilt sind. Eigenthümlich ist weiterhin, dass die Skeletröhren an allen den Stellen, wo sie von Septen durchzogen sind, mit Wirteln zarter Kieselfäden besetzt sind, die an ihren Enden ankerartig in drei Widerhaken auslaufen.

Am nächsten verwandt mit den Skeleten der Phaeosphaeriden sind

wohl die der Phaeoconchia Häckel's, welche aber bis jetzt gleichfalls nur zum kleineren Theil durch genauere Schilderung bekannt sind. Statt der Gitterkugel der Phaeosphaeriden treffen wir bei diesen Formen zwei halbkuglige bis linsenförmige, getrennte Schalen-Hälften oder -Klappen, die wenigstens bei der Unterfamilie der Coelodendridae durch sehr feine und ziemlich unregelmässige Gitterung sich auszeichnen und sich zur Bildung einer kugligen oder linsenförmigen Gitterschale zusammenlegen, jedoch nur selten, wie es scheint, mit den Rändern secundär zu einer einheitlichen Schale verwachsen (XXXII. 13, 14c).

Von der einfacheren Unterfamilie der Concharida liegt bis jetzt nur eine ganz kurze Beschreibung Häckel's vor, aus welcher hervorgeht, dass die beiden Gitterklappen derselben ohne stachelartige Anhänge sind, dagegen häufig an den Rändern eine Reihe Zähnchen tragen, mittels welcher die beiden Klappen ineinandergreifen.

In der Gruppe der Coelodendrida dagegen erlangt das Skelet eine viel beträchtlichere Entwicklung, indem von den Polgegenden der beiden Klappen aus sich stachelartige, hohle, meist vielfach verzweigte Anhänge entwickeln, welche zum Theil eine sehr beträchtliche Länge erreichen (XXXII. 12, 13, 14c).

Diese Stachelröhren entspringen jedoch nicht direct von den halbkugligen bis linsenförmigen Schalenklappen, sondern wenigstens in den allein genauer bekannten Geschlechtern Coelodendrum Häck. und Coelothamnus Hck. von einem mehr oder weniger ansehnlichen, dreiseitigen und ziemlich niederen, kästchenartigen Aufsatz, welcher die Polregion der beiden Klappen krönt (XXXII. 13, 14c). Dieser Aufsatz besitzt solide nichtgegitterte Wände*), mit Ausnahme der Bodenwand, die von der Polregion der Gitterklappe selbst gebildet wird und welche bei Coelodendrum von einigen Gitterlöchern, bei Coelothamnus dagegen von einer grösseren Oeffnung durchbrochen wird.

Von jeder Ecke des geschilderten, dreiseitigen Aufsatzes entspringt nun gewöhnlich eine stachelartige Kieselröhre, bei Coelodendrum zuweilen jedoch auch von einer der Ecken gleichzeitig zwei**). Gegen den Hohlraum des Aufsatzes ist das Lumen dieser Röhren durch eine Querscheidewand abgesetzt. Bei Coelodendrum verästeln sich diese hohlen Radialstacheln fortgesetzt dichotomisch, indem sie gleichzeitig immer feiner werden, zu einem mehr oder minder reich verzweigten Baum. Die Verzweigung kann so weit getrieben sein, dass die peripherischen Zweige einen dichten Wald um den centralen Theil des Skeletes bilden. Auch

*) Oder dieselben sind doch nur von wenigen grösseren Oeffnungen bei Coelodendrum durchbohrt.

**) Häckel gibt für Coelodendrum jedoch auch noch eine Reihe weiterer Verschiedenheiten in Zahl und Stellung dieser Stacheln an. So sollen z. Th. auch ein oder zwei Stacheln aus dem Gipfel des Aufsatzes hervortreten oder es sollen auch zuweilen von jeder der Ecken gleichzeitig zwei Stacheln entspringen. Gelegentlich ist auch bei Anwesenheit von Gipfelstacheln die eine Ecke des Aufsatzes stachellos.

sollen sich nach Häckel zuweilen Anastomosen benachbarter Zweige ausbilden. Die letzten Zweigenden sind stets geschlossen und zuweilen mit einigen Ankerhäkchen besetzt.

Bei Coelothamnus (Davidoffii Btschli, 14a—d) geht die Verzweigung der drei Stachelröhren jedes Aufsatzes nicht gleichmässig vor sich; die eine derselben entwickelt sich durch regelmässig fortgesetzte Gablung zu einem Bäumchen, dessen feine Endzweige durch Entwicklung von zwei bis vier Ankerhäkchen zu Ankerfäden werden (14d). Die beiden anderen Röhren dagegen theilen sich zunächst regulär zu vier, alsdann wird aber die weitere dichotomische Spaltung irregulär, indem bei der nächsten Gablung einer der Gabeläste stärker bleibt, während der andere, dünnere zu einem kleinen Bäumchen sich weiter theilt; der stärkere Ast gabelt sich in gleicher Weise weiter und so fort. Alle die stärkeren Gabeläste bilden zusammen einen langen Röhrenstamm oder Strahl (14a, 14b), der seitlich dicht mit den kleineren verzweigten Bäumchen besetzt ist, welche aus den kleineren Gabelästen hervorgingen. In solcher Weise strahlen demnach von den beiden Gitterklappen dieses Coelothamnus 16 lange Strahlen nach allen Seiten aus. Erwähnenswerth ist noch, dass bei der beschriebnen Form die beiden Klappen sich nicht gleichsinnig, sondern um 180° gegeneinander verdreht zusammenlegen.

Von der letzten Familie der Phaeodaria, den sogen. Phaeogromia Häckel's haben wir bis jetzt nur ungenügende Kenntniss, welche sich auf einige Abbildungen Murray's (27) und kurze Charakteristiken Häckel's (34) gründet. Hiernach besitzen diese Formen eine durch Entwicklung einer grossen Hauptöffnung stets einaxig gewordne, kuglige bis eiförmige Schale, welche aber auch zweistrahlig und bilateral symmetrisch werden kann. Dieselbe besitzt wie die Klappen der Phaeoconchia eine solide, nicht hohle Kieselwand. Neben der grossen Hauptöffnung scheinen Durchbrechungen (Poren) z. Th., so bei den kugligen Castanellidae Hck. (Unterfam.) ganz zu fehlen, dagegen ist die Schale derselben meist mit hohlen oder soliden Stacheln bedeckt und auch die Mündung oft von besonderen Fortsätzen umgeben. Bei den mit eiförmiger oder länglichrunder, häufig auch comprimirter und gekielter bis bilateral-symmetrischer Schale versehenen Challengeridae (emend. Häck., XXXII. 16—18) sind sehr feine Poren über die Schale zerstreut, von welchen jeder gewöhnlich in einem sechseckigen Feldchen liegt. Die den einen Pol einnehmende Mündung ist selten eine einfache Oeffnung, sondern ihr Rand wächst gewöhnlich in einen zahnartigen, hohlen oder in ein bis mehrere, häufig verästelte Fortsätze von röhrenartiger Gestalt aus.

„Subsphärisch" oder polyedrisch gestaltet sich die Schale der letzten Abtheilung der Phaeogromia (Cerioporidae Hck., XXXII. 19—20). Von der Oberfläche derselben erheben sich nach verschiednen Richtungen hohle Radialstacheln, welche einfach oder verästelt auftreten. Die Schalenwand wird von Poren durchbrochen, welche gewöhnlich in Kränzen um die Basen der Stacheln angeordnet sind.

δ. Skelete der Monopylaria.

Die reichhaltigste Gruppe der Radiolarien bilden die sogen. Monopylaria; doch lässt sich ein genetischer Zusammenhang und eine successive Entwicklung der Skeletbildungen durch die gesammte grosse Menge der Formen auch hier verfolgen, wenngleich die Ableitung gewisser Untergruppen bis jetzt noch Schwierigkeiten bereitet und namentlich zwei sehr differente Ansichten über den Ausgangspunkt der gesammten Gruppe aufgestellt worden sind. Mit Sicherheit scheint festzustehen, dass die Skeletbildungen unsrer Abtheilung, wie zuerst Hertwig betonte, selbstständig und ohne Zusammenhang mit denen der anderen grossen Unterabtheilungen entstanden sind. Bis jetzt hat nur letzterwähnter Forscher eine hierhergehörige, wahrscheinlich skeletlose Form beobachtet (XXVIII. 8), doch darf diesem Befund kein zu grosser Werth beigelegt werden, da die Möglichkeit nicht ganz ausgeschlossen erscheint, dass sein Cystidium nur ein skeletloses Jugendstadium einer einfacheren, skeletführenden Monopylarienform darstellt.

Bezüglich der ursprünglichsten Ausgangsformen der Monopylarienskelete sind, wie bemerkt, zwei sehr verschiedne Ansichten entwickelt worden. Zuerst hat Hertwig (33) nachzuweisen gesucht, dass sich die grosse Mehrzahl derselben von einer sehr einfachen Urform, welche sich als ein solider Kieselring repräsentirt, herleiten lässt und dieser Anschauung habe ich mich durchaus angeschlossen, indem ich es versuchte, den Gang dieser Entwicklung noch genauer zu ermitteln und womöglich sämmtliche Monopylarienskelete von einer solchen Grundform herzuleiten (38). Dem gegenüber hat neuerdings Häckel (37) eine gewissermaassen diametral entgegengesetzte Ansicht ausgesprochen, welche die von Hertwig und mir an den Anfangspunkt der Reihe gestellten Formen als die Endglieder des gesammten Entwicklungsganges der Monopylarien, d. h. die am meisten um-, resp. rückgebildeten Formen schildert. Als Ausgangspunkt der ganzen Reihe betrachtet Häckel die sogen. Plagiacanthida Hertw. 1879 (= Plectida Hck. 1881), welche ich mit Hertwig nicht in solcher Weise auffassen kann, sondern für eine Gruppe halten muss, die sich zwar von einfacheren Monopylarien ableitet, jedoch wahrscheinlich durch eine sehr wesentliche Umbildung des ursprünglichen Skeletes hervorgegangen ist. Leider ist bis jetzt nur eine Gattung (Plagiacantha) der, nach den neueren Untersuchungen Häckel's, sehr reich entfalteten Gruppe der Plagiacanthiden genauer bekannt, so dass nur schwierig ein sicheres Urtheil über die genaueren Beziehungen dieser Gruppe zu den übrigen Monopylarien zu fällen ist. In meiner Ansicht jedoch: dass sich die Plagiacanthidae nicht als die ursprünglichsten Monopyleen auffassen lassen, werde ich nicht unwesentlich durch den Umstand bestärkt, dass bis jetzt nicht ein Vertreter dieser in der Jetztwelt ziemlich reich entwickelten Gruppe fossil gefunden wurde, obgleich ihrer Erhaltung im fossilen Zustande nichts im Wege zu stehen scheint. Es scheint daher,

wenn man überhaupt den Ergebnissen der paläontologischen Forschung nicht jeden Werth abspricht, wenig wahrscheinlich, dass die Gruppe der Plagiacanthidae die jugendlichste der Monopylaria ist. Wir halten deshalb daran fest, dass die ursprünglichsten Monopyleenskelete in Gestalt einfacher Kieselringe auftraten, wie sie auch fossil schon vielfach gefunden wurden, und in der Jetztwelt noch ziemlich reichlich vertreten sind.

Ein solch einfacher Kieselring von ovaler bis polygonaler Gestaltung umschliesst bei diesen einfachsten Formen (Monostephida Hck. 1881) die Centralkapsel und besitzt, entsprechend den verschieden gebildeten beiden Kapselpolen, gleichfalls zwei differente Pole, welche entweder durch eine verschiedne Anordnung der Stachelfortsätze, die meist vom Ring entspringen, zur Ausbildung gelangen (XXVIII. 9a), oder gewöhnlicher durch eine etwa eiförmige Gestaltung des Ringes. Es erscheint dann der eine Pol, welchem das Porenfeld der Centralkapsel zugewendet ist, mehr zugespitzt (XXVIII. 9). Wir bezeichnen ihn als den basalen. — Bei einem Theil dieser Ringskelete tritt eine stärkere Ausbauchung der einen Ringhälfte auf, wodurch dann die Bildung des Ringes eine entschieden bilateral-symmetrische wird (XXVIII. 9), indem wir eine vordre, weniger ausgebauchte von einer hinteren, stärker ausgebauchten Hälfte unterscheiden können. Wie erwähnt, ist ein solcher Skeletring selten ganz glatt, ungestachelt; meist trägt er paarweis entspringende, seitlich gerichtete Stachelfortsätze, die am Basalpol zuweilen etwas stärker entwickelt sind und sich auch bei gewissen Formen ästig verzweigen. Nach Häckel (37) sollen bei gewissen Formen die Zweige solcher Aestchen auch unter einander zu einem Geflecht verschmelzen, ja selbst zur Bildung einer Gitterkugel zusammentreten, welche also äquatorial von dem Ring halbirt würde. Da aber bis jetzt die genauere Beschreibung letzterer Form fehlt, so bleiben Zweifel, ob dieselbe nicht doch nähere Beziehungen zu später zu besprechenden Formen mit Gitterkugelentwicklung besitzt.

Aus solch einfachen Ringskeleten entwickelte sich nun eine reiche Fülle von Formen durch stärkere Hervorbildung gewisser Stachelfortsätze. Es ist aber bis jetzt kaum zu bewerkstelligen, die von Häckel kurz charakterisirten Formen hinsichtlich ihrer Ableitung zu verfolgen, da es sehr leicht möglich ist, dass Häckel, der ja über die genetische Herleitung derselben eine ganz abweichende Ansicht besitzt, gerade solche Momente ihres Baues nicht betont, welche für unsre Auffassung von Wichtigkeit erscheinen. Wir werden daher die uns genauer bekannten Formen eingehender besprechen und kurz über die durch Häckel bekannt gewordnen abweichenden berichten.

Bei allen bis jetzt genauer bekannten Formen, welche sich von dem einfachen Ring herleiten, erhält sich dessen bilateral-symmetrische Gestaltung, ob auch bei allen Häckel'schen scheint fraglich. — Ein sehr wichtiger Formkreis leitet sich von dem einfachen bilateral-symmetrischen Ring zunächst dadurch her, dass sich an seinem Basalabschnitt jederseits

zwei Stachelfortsätze, welche etwa in einer senkrecht zur Ringaxe gelegnen Ebne verlaufen, stärker entwickeln (XXVIII. 10, e u. e^1). Da sich die beiden Fortsätze jeder Seite etwa unter einem Winkel von 60^0 zusammenneigen, verschmelzen sie mit ihren peripherischen Enden. Auf diese Weise wird an der Basis des Ringes eine Art Basalscheibe gebildet, welche jederseits von einem Loch durchbrochen ist; beide Löcher sind durch den Basalschnitt des Ringes von einander geschieden. Häckel drückt sich hinsichtlich dieser Formen (seiner sogen. Dyostephanida und Eucoronida, fraglich ist jedoch, ob alle diese Formen hierhergehören) folgendermaassen aus: es hat sich zu dem primären Ring noch ein zweiter horizontaler Basalring (gebildet aus den vier erwähnten Fortsätzen) hinzugesellt, dessen Lumen also, durch den Basaltheil des Primärrings in zwei Theile, die zwei erwähnten Basallöcher, geschieden wird (s. Holzschn. Fig. 6, 1). Nach den Mittheilungen Häckel's scheinen zahlreiche Formen diese Bauweise zu zeigen. Von der Peripherie der zweilöcherigen Basalscheibe entwickeln sich häufig ansehnlichere Stachelfortsätze in verschiedner Zahl, zwei, drei, vier, fünf und mehr.

Aus den geschilderten Formen leiten sich weiterhin solche ab, bei welchen sich zu den zwei Paar Basalfortsätzen ein weiteres, weiter nach vorn, am Ursprung des aufsteigenden vorderen Ringabschnitts gelegnes drittes Paar hinzugesellt, welches sich nach vorn und aussen entwickelt (XXVIII. 11, e^2) und zwischen dessen Enden und den verschmolznen Enden der beiden schon geschilderten Fortsatzpaare je eine brückenartige Verbindung hergestellt wird. Auf diese Weise hat sich also die Basalscheibe beträchtlich vergrössert und ist vierlöcherig geworden, weist nämlich zwei Paare von Löchern auf, die erstgebildeten (I), welche stets kleiner sind und die neu hinzugetretenen (II), die grösseren. Formen solcher Art finde ich bei Häckel nicht erwähnt, wenn sie nicht z. Th. unter seinen Eucoronida eingeschlossen sind. Höchst bedeutungsvoll ist die bei solchen Formen zuerst auftretende vierlöcherige Bildung der Basalscheibe, denn diese kehrt bei allen jetzt noch zu besprechenden, so überaus zahlreichen Weiterentwicklungsformen unsrer Ringskelete wieder.

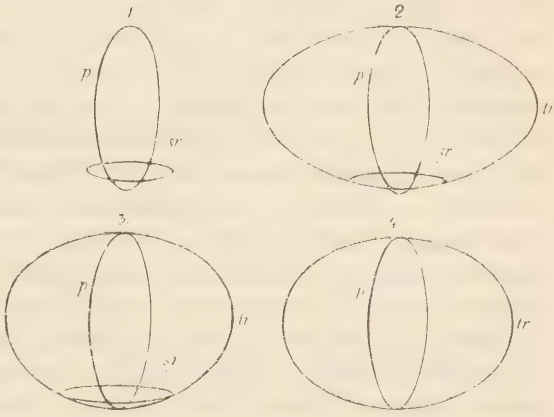
Durch starke Entwicklung eines von der Basalscheibe jederseits ausgehenden Fortsatzes, welcher sich (in der Frontalebne gelegen) nach dem Apicalpol des Primärringes aufwärts krümmt und mit diesem schliesslich verschmilzt, wahrscheinlich unter Mithülfe eines ihm vom Apicalpol entgegenwachsenden Fortsatzes, bildet sich jederseits des Primärringes eine halbringförmige Spange aus. Beide Spangen formiren zusammen einen zweiten Ring, der senkrecht auf dem Primärring aufgesetzt ist und mit diesem die Hauptaxe gemeinsam hat (XXVIII. 12). Diese Axe ist jedoch die kleinere des secundären Rings, da derselbe, senkrecht zu ihr, sehr langgestreckt ist, also eine langelliptische Gestalt besitzt. (Solche Formen bezeichnet Häckel jetzt als Trissocylidae.)

An die eben geschilderten Skeletbildungen schliessen sich nun zwei weitere, durch Häckel bekannt gewordne an, indem sich auch bei ihnen zu

dem Primärring ein secundärer hinzugesellte. Bei den Zygostephanidae soll sich ein Primär- und ein Secundärring finden, jedoch ohne Ausbildung einer vierlöcherigen Basalscheibe (s. Holzschn. Fig. 6, 4). Dieser Fall liesse sich entweder durch directe Ableitung von dem Ursprungsstadium des einfachen Primärrings durch Entwicklung eines Secundärrings erklären, oder wie mir wahrscheinlicher ist, durch sehr starke Reduction der Basalscheibe, vielleicht sogar völlige Rückbildung derselben.

Schwieriger gestaltet sich die Ableitung der zweiten Gruppe hierhergehöriger Formen, der sog. Acanthodesmida Hck. (1881, 37, non 1862). Wenn die Schilderung, welche Häckel von diesen Formen entwirft, richtig ist, so müssten wir sie uns wahrscheinlich so entstanden denken, dass sich zu einer Form mit einfacher, zweilöcheriger Basalscheibe ein Secundärring hinzugesellt hätte, und nachträglich eine Reduction des die beiden Löcher der Basalscheibe scheidenden Basalabschnittes des Primärringes eingetreten sei. Es ist jedoch wohl bei der Beurtheilung dieser Formen nicht ganz ausser Acht zu lassen, dass die Schilderung, welche Hertwig (33) von der ohne Zweifel von Häckel hierhergezognen Acanthodesmia vinculata J. M. entwirft, nicht mit der Beschreibung, welche Häckel

Fig. 6.



Erklärung von Holzschnitt Fig. 1. Schematische Constructionen einiger Vertreter der Stephida nach den Charakteristiken Häckel's (37). p der Primär-, sr der Secundär- und tr der Tertiär-Ring. Nr. 1 Vertreter des Tribus Dyostephanida (Subf. Dyostephida); Nr. 2 Vertreter des Tribus Eucoronida (Subf. Triostylida); Nr. 3 Vertreter des Tribus Trissocyclida (Subf. Triostephida); Nr. 4 Vertreter des Tribus Zygostephanida (Subf. Dyostephida).

von den Acanthodesmiden gibt, übereinstimmt, indem Hertwig das Vorhandensein des Basalabschnittes des Primärrings und demnach die Scheidung der beiden Basallöcher angibt (vergl. Holzschn. Fig. 6, 3).

Häckel reiht unter die seither besprochnen, einfachsten Monopylarienskelete auch die Gruppe der Parastephida (1881, 37) ein, von welchen bis jetzt nur die Gattung Prismatium etwas genauer bekannt ist. Während ich früher (38) selbst eine derartige Ableitung der Parastephida für wahrscheinlich hielt, bin ich jetzt durch die zahlreichen neuen Modificationen, welche Häckel auffand und kurz charakterisirte, sehr zweifelhaft geworden, ob wirklich eine nähere Beziehung der Parastephida zu den seither besprochnen Formen existirt und ziehe es daher einstweilen

vor, dieselben am Schlusse unsrer Betrachtung der Monopyleenskelete gesondert zu besprechen.

In sehr einfacher Weise leitet sich aus den bis jetzt besprochnen einfachen Monopylaria (Stephida Hck. 1881) eine zweite recht umfangreiche Gruppe ab, nämlich die der sogen. Zygocyrtida Hck. 1862 oder Spyrida Hck. 1881.

Die Herleitung geschieht leicht von dem einfachen Primärring mit der vierlöcherigen Basalscheibe, wie wir ihn schon früher kennen gelernt haben, vielleicht jedoch auch z. Th. oder gänzlich von solchen Formen, bei welchen sich noch ein Secundärring hinzugesellt hat. Seitliche Stachelfortsätze, wie sie diese Ringe sehr gewöhnlich zieren, zu welchen sich weiterhin noch von dem Rande der Basalscheibe entspringende Stachelfortsätze gesellten, verästelten sich und verwuchsen unter einander zu einer gegitterten Schale. Eigenthümlich erscheint das Verhalten des Primärrings bei der Bildung dieser Schale; die von ihm entspringenden Stachelfortsätze sind entweder in der Ringebne selbst gelegne, centrifugale Fortsätze (demnach in diesem Fall unpaar) oder paarige, welche sich zu beiden Seiten der Ringebne erheben und mit dieser einen ziemlich spitzen Winkel bilden. Diese stark nach aussen strebenden Stacheln des Primärrings werden nicht einfach in das Gitterwerk der sich bildenden Schale einbezogen, sondern seitliche Fortsätze derselben gehen in die Wandbildung der Schale ein, so dass die gegitterte Schalenwand demnach etwas nach aussen über den Ring hinzieht und dieser, an den ersterwähnten Stachelfortsätzen gleichsam aufgehängt, sich im Inneren der Schale vorfindet (XXIX. 1, 4 b). Entsprechend diesem Primärring zeigen jedoch die Schalen der Zygocyrtida fast durchweg, jedoch nicht immer, eine ringförmige Einschnürung, welche also der Sagittalebne angehört und die Schale in zwei symmetrische Hälften zerlegt. Es finden sich aber, wie bemerkt, auch Formen, welchen eine solche Einschnürung ganz fehlt; in diesem Fall hebt sich die Schalenwand viel weiter von dem Primärring ab; derselbe erscheint viel tiefer ins Innere der Schale verlegt.

Anders dagegen verhält sich der secundäre Ring zur Bildung der Schalenwand, wenn sich überhaupt ein solcher an dem Aufbau derselben betheiligt. Die von ihm entspringenden, gewöhnlich paarweis geordneten Stachelfortsätze gehen direct in die gegitterte Schalenwand ein, so dass also der secundäre Ring nicht als solcher bestehen bleibt, sondern in die Schalenwand aufgenommen wird und daher eingeht. Wie jedoch der secundäre Ring sich durch die starke Entwicklung in der Frontalaxe auszeichnete, so gilt dies auch gewöhnlich für die gegitterte Schalenwand der Zygocyrtida, deren längste Axe ebenfalls fast durchaus die Frontalaxe ist. Nur wenige Formen finden sich, bei welchen Sagittal- und Frontalaxe der Schale nahezu oder völlig gleich sind und bei denen der Horizontalschnitt der Schale ziemlich kreisförmig erscheint.

Der Primärring der Zygocyrtida besitzt durchaus die uns schon bekannte bilaterale Gestaltung. Die weniger eingebauchte, bis nahezu gerade

Vorderhälfte*) steigt daher auch im Schaleninneren directer auf und setzt sich häufig in ein vom Ring zur Schalenwand aufsteigendes Aestchen fort, das sich in sehr zahlreichen Fällen über die Apicalwand der Schale als ein Apicalstachel von sehr wechselnder Länge erhebt (XXIX. 4b). Da diese vordere Ringhälfte fast stets mit der Schalenhauptaxe nicht zusammenfällt, sondern, wie natürlich, vor derselben gelegen ist, so ziert auch dieser Stachel wohl stets nicht den eigentlichen Apicalpol, sondern entspringt etwas vor demselben. Sehr deutlich treten stets die vier Basallöcher der ursprünglichen Basalscheibe hervor (XXVIII. 14, XXIX. 4a, 6b). Dreilöcherige Formen, wie sie von Ehrenberg (26) beschrieben wurden, beruhen wohl fast durchaus auf mangelhafter Beobachtung. Häckel gibt zwar auch neuerdings die Existenz solcher Formen an, jedoch gründet er sich hierbei vielleicht nur auf die fehlerhaften Beobachtungen Ehrenberg's. Grosse Verschiedenheit herrscht in der Ausbildung des Gitterwerkes der Schalenwand. Ein Theil der Formen, und dies sind wohl die ursprünglicheren, besitzen sehr weite Gittermaschen (XXVIII. 13), bei anderen dagegen werden dieselben kleiner und zahlreicher, häufig auch etwas unregelmässig; schliesslich können die Poren auch sehr klein und spärlich werden, so dass die Wand der Schale eine sehr solide Beschaffenheit annimmt.

Eine ziemliche Anzahl der Zygocyrtida besitzt eine ganz glatte, unbestachelte Schalenoberfläche; andre dagegen entwickeln ein unregelmässiges, schwaches Stachelkleid der Oberfläche und bei einigen Formen tritt jederseits des Apicalstachels ein ziemlich ansehnlicher nach aussen und oben gerichteter Stachel hervor. Gelegentlich (Perispyris Hck. 1881) scheint auch durch Weiterentwicklung der Oberflächenstacheln eine spongiöse oder spinnwebartige Mantelumhüllung der Schale gebildet zu werden.

Viel grössere Wichtigkeit beanspruchen jedoch die Stachelbildungen, welche sehr gewöhnlich im Umkreis der vier Basallöcher zur Entwicklung gelangen und schon in ähnlicher Weise bei einem Theil der Stephida (den Eucoronida Hck. 1881) hervortraten. Die Ursprünglichkeit dieser Stachelbildungen spricht sich auch darin aus, dass sie sich, in z. Th. sehr gesetzmässiger Weise, von sehr ursprünglichen Theilen der Cricoidskelete herleiten. Einen der gewöhnlichsten Fälle bildet zunächst die Entwicklung dreier solcher Basalstacheln, von welchen einer vorn und median gelagert ist, seinen Ursprung von der Uebergangsstelle der aufsteigenden vordern Ringhälfte in die Basalscheibe nimmt, während die zwei seitlichen als Fortsatzbildungen der beiden wichtigen und primitiven Stäbe (e) erscheinen, welche die zwei Paare von Basallöchern jederseits scheiden (XXIX 5). Unter sich bilden diese drei Stacheln gewöhnlich ziemlich regelmässig Winkel von 120°. Zuweilen

*) Häckel hat in seiner neuesten Mittheilung gerade die umgekehrte Bezeichnung für vorn und hinten der Zygocyrtida und Cyrtida gewählt; ich verbleibe hier bei der Bezeichnung, welche ich in meinen Beiträgen (38) zuerst eingehender durchzuführen suchte.

unterbleibt jedoch auch die Bildung des vorderen Stachels, wodurch zweistachelige Formen entstehen. Zu den erwähnten drei Stacheln gesellt sich häufig noch ein vierter, hinterer hinzu, der seinen Ursprung von der Basis der hinteren Ringhälfte nimmt.

Durch Hinzutreten zweier neuer, seitlicher Stacheln, welche die Winkel zwischen den ersterwähnten seitlichen Stacheln und dem Vorderstachel halbiren, erhöht sich die Zahl der Basalstacheln auf sechs, von ganz regelmässiger Anordnung. Bleibt, wie dies häufig der Fall zu sein scheint, bei der Entwicklung dieses Paares neuer seitlicher Stacheln der hintere Medianstachel aus, so haben wir fünfstachelige Formen.

Eine grosse Reihe weiterer Formen schliesslich bildet noch zahlreichere Basalstacheln aus, welche die vier Mündungslöcher umstehen und mehr oder minder dicht zusammengedrängt sind (XXIX. 6).

Die Längenentwicklung der Basalstacheln ist sehr verschieden, auch sind sie durchaus nicht stets sämmtlich von gleicher Länge, sondern z. Th. recht verschieden; jedoch scheinen die paarweis zusammengehörigen Seitenstacheln stets eine übereinstimmende Entwicklung zu besitzen. Bei manchen Formen erreicht die Längenentwicklung der Basalstacheln den mehrfachen Betrag der Schalenhöhe.

Hinsichtlich ihrer Gestalt bieten sie noch beträchtlichere Verschiedenheiten dar.

Theils sind sie ganz gerade gestreckt, theils bogenförmig nach unten gekrümmt; theils drehrund im Querschnitt, theils jedoch mehr oder weniger blattförmig von aussen nach innen abgeplattet. Letzteres ist namentlich bei Formen mit sehr zahlreichen Mündungsstacheln der Fall. Nicht selten gehen die Stacheln auch Verästelungen ein und dies gibt bei den letzterwähnten Formen mit zahlreichen Mündungsstacheln zuweilen Veranlassung zur Verschmelzung der Mündungsstacheln zu einer gegitterten Membran, welche gewöhnlich nur die Basis der Stacheln unter einander vereinigt, sich jedoch auch auf die gesammte Länge der Mündungsstacheln ausdehnen kann (XXIX. 7). Hiermit ist aber schon die erste Anlage eines neuen Schalentheiles gegeben, der bei der Gruppe der Cyrtida zu einer hohen morphologischen Ausbildung gelangt ist; es hat sich nämlich durch diesen Zusammentritt der Mündungsstacheln ein sogen. erstes Glied neben der nun als Köpfchen zu bezeichnenden, ursprünglichen Zygocyrtidenschale angelegt.

Auch die Apicalstacheln verzweigen sich zum Theil in ähnlicher Weise wie die Basalstacheln und können durch Verwachsung ihrer Aeste sogar einem gitterwandigen Kuppelaufsatz Entstehung geben, welcher auf die Apicalregion aufgesetzt erscheint. Ein ähnlicher Aufsatz bildet sich auch bei der Spiridobotrys trinacria (Häck. 1862, non Spiridobotrys 1881) aus (XXIX. 2), jedoch in andrer Weise, wie es scheint, indem sich nämlich die Apicalregion der Schale selbst kuppelförmig aufwölbt.

Die von Häckel neuerdings (37) kurz charakterisirte Gruppe der Perispyridae soll wenigstens z. Th. einen Kuppelaufsatz der ersterwähnten

Bildung besitzen, in der Unterabtheilung der Circospyrida weiterhin noch ein aus der Verschmelzung der Basalstacheläste hervorgegangnes blumenkorbähnliches erstes Schalenglied. Die bis jetzt allein vorliegende knappe Beschreibung dieser Perispyrida gestattet jedoch nicht, sich ein einigermaassen ausreichendes Bild derselben, namentlich auch im Hinblick auf die gleich zu besprechenden Cyrtida zu machen.

Wie schon angedeutet, leiten wir die umfangreiche dritte Abtheilung (Familie Hck. 1881) der Cyrtida in der Weise von den Zygocyrtida her, dass sich durch Vermittlung der Mündungsstacheln dieser letzteren, vom Rande der vierlöcherigen Basalscheibe aus, ein im Allgemeinen trichter- bis röhrenförmiger, gegitterter Anhang gebildet hat. Die Axe dieses Anhangs fällt zusammen mit der Hauptaxe der ursprünglichen Zygocyrtidenschale. Letztere setzt sich meist köpfchenartig von dem neugebildeten Anhang deutlich ab. Die Schale erscheint daher durch eine senkrecht zur Hauptaxe verlaufende Strictur in zwei Glieder geschieden (s. T. XXX.), von welchen wir das apicale oder die ursprüngliche Zygocyrtidenschale als das Köpfchen, das neu entstandne Basalglied hingegen als das erste Schalenglied bezeichnen. Dieses letztere ist natürlich an seiner Basis ursprünglich stets mit einer mehr oder minder weiten Mündung versehen, welche sich jedoch häufig sehr verengt bis vollständig schliesst, wie später noch genauer zu erörtern sein wird. Die Lumina des Köpfchens und ersten Glieds werden natürlich durch die vierlöcherige Basalscheibe von einander geschieden, welche eine Art querer Scheidewand bildet und sich aus vier im Scheidewandcentrum zusammenstossenden Stäben bildet, von welchen die zwei medianen nichts weiter wie den Basaltheil des Primärrings darstellen, die beiden seitlichen dagegen die uns bekannten Stäbe, welche die beiden Löcherpaare jederseits scheiden (XXX. 1 b).

Sehr gewöhnlich umfasst jedoch der apicale Theil des ersten Gliedes noch einen Theil der im Umkreis der vier Basallöcher sich ausbreitenden Köpfchenbasis, so dass die sogen. Scheidewand zwischen Köpfchen und erstem Glied noch von einer Anzahl kleinerer Porenlöcher im Umkreis der vier Basallöcher durchbrochen wird. In der Medianebne des Köpfchens finden wir den Primärring häufig noch vollständig erhalten wie bei den Zygocyrtiden (XXXI. 10 a), zuweilen ist jedoch auch sein apicaler Theil in die Schalenwand selbst aufgenommen und diese Aufnahme dehnt sich auch noch auf die hintere Ringhälfte mehr oder minder aus, so dass dann nur deren basaler Theil erhalten bleibt, welcher zur Sonderung des hinteren Löcherpaares beiträgt. Fast stets erhält sich dagegen die vordere Hälfte des Primärrings und erscheint wie ein ziemlich gerader Stab, welcher zum Apicalpol aufsteigt und sehr gewöhnlich die Bildung eines Apicalstachels veranlasst, in gleicher Weise wie bei den Zygocyrtida. Nur wenn das Köpfchen sehr stark verkümmert, werden freie Theile des Primärrings und schliesslich auch die Scheidewand gänzlich vernichtet; es kann jedoch keinem Zweifel unterliegen, dass es sich in diesen Fällen um eine Reduction handelt, da das Köpfchen hierbei zu einem

verschwindenden, und früher auch ganz übersehenen, Anhang rückgebildet worden ist (XXXI. 16, 17).

Aus dieser Darstellung der Ableitung der Cyrtida dürfte sich ergeben, dass es sogen. einkammerige Cyrtida oder Monocyrtida Häckel's überhaupt nicht gibt, denn der Schalenhohlraum ist stets durch die Basalscheibe des Köpfchens in zwei Abschnitte getheilt, auch wenn äusserlich die Scheidung in Köpfchen und erstes Glied verwischt ist. Wenigstens lässt sich dies Verhalten für eine Anzahl der sogen. Monocyrtiden Häckel's sicher erweisen und es erscheint daher die Annahme Häckel's, dass das Köpfchen der deutlich mehrgliedrigen Cyrtida der einfachen Schale seiner Monocyrtida homolog sei, wenigstens für zahlreiche Fälle unrichtig. Bei solch scheinbaren Monocyrtiden ist nämlich, wie schon hervorgehoben, die Grenze zwischen Köpfchen und erstem Glied äusserlich verwischt und das Köpfchen sehr flach gedrückt, wie überhaupt wenig entwickelt (s. z. B. XXXI. 13c). Ganz deutlich ist jedoch die Scheidewand zwischen Köpfchen und erstem Glied noch in charakteristischer Weise erhalten, ebenso auch der Primärring noch in verschiedenem Erhaltungsgrade. Andrerseits können jedoch, wie schon erwähnt, solch scheinbare Monocyrtidenformen auch durch sehr weitgehende Grössenreduction des Köpfchens entstehen, welches schliesslich zu einem kleinen knopfförmigen Anhang der Schale wird (XXXI. 15—17). Damit geht denn auch endlich, wie erwähnt, die Scheidewand verloren (17) und wenn schliesslich auch die noch schwach erhaltne Absetzung eines solchen Köpfchenrestes schwindet, so entsteht zuletzt eine scheinbar echt monocyrtide Schale. Die Verfolgung ihrer allmählichen Entstehung lehrt jedoch sehr sicher, dass sie durch weitgehende Umbildung aus einer zweigliedrigen Form hervorging.

Ich möchte es daher für sehr wahrscheinlich halten, dass die grosse Mehrzahl der zahlreichen sogen. Monocyrtidenformen, welche Häckel neuerdings kurz geschildert hat (37), in dieser Weise sich erklären und herleiten. Ob dies jedoch für sämmtliche gilt, lässt sich, aus Mangel genauerer Beschreibung und Abbildung der meisten, bis jetzt nicht entscheiden, da es nämlich nicht unmöglich erscheint und auch, wie wir noch sehen werden, thatsächlich sich ereignet hat, dass monocyrtidenartige Skelete eine ganz andre Art der Entstehung genommen haben. Solche Formen können aber dann auch nicht mit den hier besprochnen vereinigt werden.

Aus den bis jetzt zur Sprache gekommnen einfachen, d. h. aus Köpfchen und einem ersten Gliede aufgebauten Cyrtiden haben sich nun eine grosse Anzahl complicirterer Formen hervorgebildet, indem sich, nach Ausbildung des ersten Gliedes, dessen Mündung dann stets etwas zusammengezogen oder verengt erscheint, um diese Mündung ein neues, zweites Glied angelegt hat. Dasselbe scheint in vielen Fällen aus deutlichen Stachelfortsätzen des Mündungsrandes des ersten hervorgegangen zu sein, ähnlich also wie die ursprüngliche Bildung des ersten Gliedes sich vollzog. Auch dieses zweite Glied bildete dann eine Mündung aus, wenn nicht Verenge-

rung oder Verschluss derselben eintrat. Bei zahlreichen Formen ist die Gliederbildung hiermit nicht abgeschlossen, sondern setzt sich weiter fort zu sehr verschiedner Gliederzahl, bis zu neun und mehr. Im Allgemeinen erinnert diese wiederholte Gliederbildung in vieler Hinsicht an die Kammerbildung zahlreicher kalkschaliger, mariner Rhizopoden, namentlich an die der Nodosarien unter den Perforata. In der Regel ist nämlich auch bei den mehrgliedrigen Cyrtiden jedes folgende Glied die morphologische Wiederholung des ersten, wenn dieser Satz hier auch durchaus nicht strikte Gültigkeit besitzt. Die allgemeine morphologische Beurtheilung der Mehrgliedrigkeit muss demnach auch ungefähr ähnlich ausfallen, wie die der Kammerbildung der Rhizopoden (vergl. p. 146). Zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Gliedern findet sich eine sehr schwach ausgeprägte Scheidewandbildung, welche sich folgendermaassen erklärt. Jedes ältere Glied bildet durch Zusammenziehung seines basalen Endes eine gewöhnlich ziemlich weite Mündung aus, in deren Umkreis sich der Apicaltheil des nächstjüngeren Gliedes anheftet. Der von jener Anheftungs- oder Ursprungsstelle des jüngeren Gliedes einspringende Theil der Mündungsfläche des älteren bildet nun die schwach vorspringende Scheidewand, welche central von einer weiten Oeffnung durchsetzt wird, der Mündungsöffnung des älteren Gliedes. Im Umkreis dieser Oeffnung wird die Scheidewand jedoch häufig noch von einem Kranz gewöhnlicher Poren durchsetzt. Das letzte oder jüngste Glied der vielgliedrigen Cyrtida zeichnet sich häufig durch einige besondre, den Abschluss des Schalenwachsthums andeutende Charaktere aus, namentlich zieht sich seine Mündung häufig mehr oder minder eng zusammen, ja schwindet nicht selten gänzlich, die Formen haben sich geschlossen, wie man sich ausdrückt (XXX. 8, 22).

Wie schon angedeutet, ist die Gliederzahl der mehrgliedrigen Cyrtida eine sehr verschiedne und Häckel hat hiernach eine Reihe von Gruppen unterschieden. Dyocyrtida mit einem Glied (im Gegensatz zu seinen vermeintlichen Monocyrtida), Triocyrtida, Tetracyrtida und Stichocyrtida mit mehr wie drei Gliedern. Ich halte diese Gruppen nicht für natürliche, schon deshalb nicht, weil ich nicht einsehe, warum die Zahl der Glieder in der Gruppe der Stichocyrtida auf einmal unwesentlich werden soll, während sie bei den übrigen Gruppen das wesentliche Moment der Zusammengehörigkeit bildet. Im Allgemeinen zeigt sich sowohl bei den eingliedrigen wie mehrgliedrigen Cyrtiden eine gewisse Wechselbeziehung zwischen der Grösse des Köpfchens und der der Glieder; je ansehnlicher die Glieder sich entwickeln, desto mehr tritt das Köpfchen nicht nur relativ, sondern auch absolut an Grösse zurück und bei solchen Formen, wo das Köpfchen ein ganz verkümmerter Anhang des einzigen Gliedes ist, ist dies sehr ansehnlich entwickelt. Im Allgemeinen lässt sich eine fortschreitende Grössenabnahme des Primärringes und entsprechend natürlich auch des Köpfchens, welches sich in seiner Grösse ja genau nach dem Primärring modelt, von den Stephida ausgehend durch die Zygo-

cyrtida zu den Cyrtida verfolgen und in der grossen Reihe dieser letzteren, wie schon hervorgehoben, eine weitere Reduction desselben mit der Grössenzunahme der Glieder nachweisen. Natürlich gilt eine derartige Regel immer nur im Grossen und Ganzen und schliesst besondre Abweichungen im Einzelnen nicht aus.

Nachdem wir so die wichtigsten allgemeinen Charaktere der Cyrtida einer Besprechung unterzogen haben, bleiben noch eine Anzahl untergeordneter, jedoch nicht unwichtiger Eigenthümlichkeiten zur weiteren Betrachtung übrig.

Ein Theil der Cyrtida leitet sich sonder Zweifel von zygocyrtidenartigen Formen mit drei ansehnlichen Mündungsstacheln her. Zwischen diesen ist es zur Ausbildung eines Gitterwerks gekommen, welches die Wand des ersten Gliedes bildet. Diese Wand kann bei dergleichen Formen sogar noch unvollständig entwickelt sein, indem sie sich nur wie ein Gitterband zwischen den peripherischen Enden der drei Stacheln ausspannt (XXIX. 8); oder sie wird vollständig und die drei Stacheln erscheinen dann wie drei stärkere Rippen der Gitterwand (XXIX. 13a). Bei einer Reihe hierhergehöriger eingliedriger Formen verlängern sich diese drei ursprünglichen Stacheln mehr oder weniger über den basalen Rand des ersten Gliedes, ragen also als freie Mündungsstacheln dieses Gliedes hervor (XXIX. 9). Die Mündung selbst bleibt dann entweder weit geöffnet oder verengert sich etwas, so dass die Mündungsstacheln dann etwas ausserhalb des eigentlichen Mündungsrandes ihren Ursprung nehmen. Bei einer Reihe weiterer Formen entwickelt sich die Wand des ersten Gliedes in der Weise, dass die drei von der Basalscheibe des Köpfchens entspringenden Stacheln nicht in sie einbezogen werden, sondern diese Wand meist ziemlich dicht unterhalb der Grenze zwischen Köpfchen und erstem Glied durchbrechen und über sie mehr oder weniger weit frei nach aussen hervorragen (XXX. 1—2).

Wie sich die eben erwähnten Formen von dreistacheligen zygocyrtidenartigen Formen herleiten, so ergibt sich für weitere eingliedrige Cyrtiden eine Ableitung von mehrstacheligen bis vielstacheligen zygocyrtidenartigen Formen, indem sich zwischen den Mündungsstacheln eine Gitterwand ausgebildet hat. Diese Deutung dürfen wir wenigstens einer Anzahl eingliedriger Formen geben, bei welchen in der Gitterwand des ersten Gliedes noch deutlich eine Anzahl stärkerer Rippen hervortreten; vier, fünf, sechs und mehr solcher Rippen werden zuweilen noch deutlich beobachtet und setzen sich nicht selten stachelartig über den Rand des ersten Gliedes fort.

Schliesslich treffen wir auf eine Reihe eingliedriger Typen, welche sich leicht von solchen zygocyrtidenartigen Formen herleiten, die einen dichten Kranz zahlreicher Stacheln um die vier Basallöcher aufweisen. Schon früher mussten wir betonen, dass die Basaltheile der Stacheln dieses Kranzes zuweilen zu einer gegitterten Lamelle zusammenfliessen. Durch ein etwas weiter fortgesetztes Verwachsen der Stacheln entsteht dann auch

in diesem Falle ein erstes Glied, dessen Entstehung sich gewöhnlich noch darin ausspricht, dass seine Mündung von einem reichen Kranz abgeplatteter Stacheln umgeben ist, den Fortsetzungen der Stacheln, welche die Wand des ersten Gliedes erzeugten (XXXI. 5, 6). Weiterhin zeichnen sich diese Formen naturgemäss noch durch das Fehlen stärkerer Rippen in der Wand des ersten Gliedes aus. Solchen Formen schliessen wir nun weiterhin am besten diejenigen an, bei welchen sowohl Rippenbildung wie Stachelbildung der Mündung fehlt, da sich eine ziemliche Anzahl Uebergangsstufen zwischen den ersterwähnten und diesen letzteren findet; letztere lassen sich ja auch so auffassen, dass die ursprünglichen Bildungsstacheln hier bis zu ihren Enden in die Wandbildung aufgegangen seien.

Wie schon aus dem vorstehend Bemerkten hervorgeht, ist die Mannigfaltigkeit der Gestaltung des einzigen Gliedes der sogen. Dyocyrtida eine ungemein reiche, wozu sich als Modification der Gesammtgestalt der Schale noch die sehr wechselnde Grösse des Köpfchens gesellt. Dasselbe besitzt bei einfachen und ursprünglichen Formen dieser Abtheilung noch etwa oder nahezu die Grösse des sich anschliessenden Gliedes und sinkt mit stärkerer Entwicklung dieses letzteren successive bis zu einem ganz rudimentären, ja schliesslich nicht mehr unterscheidbaren Anhang herab.

Sehr mannigfaltig ist auch die Gestaltung des Gliedes der eingliedrigen Formen. Die ursprünglichste Gestaltung ist wohl eine etwa trichter- bis eiförmige. Nach zwei Richtungen hin verändert sich diese Gestalt, entweder geht sie durch starke Abflachung und Ausbreitung in eine sehr flach kegel- bis scheibenförmige über oder durch starkes Auswachsen in der Längsaxe in eine sehr langgestreckt kegelförmige bis cylindrische. Bei extremer Entwicklung nach der einen oder der anderen Richtung tritt eine sehr erhebliche Reduction des Köpfchens ein.

Einige Worte nun noch über die Entwicklung mehrgliedriger Formen aus solch eingliedrigen. Meiner Ueberzeugung nach leiten sich die mehrgliedrigen Formen von verschiednen Ausgangspunkten aus eingliedrigen ab, bilden daher in ihrer Gesammtheit keine natürliche Gruppe. So entwickelten sie sich einmal, wie recht deutlich zu erkennen ist, aus eingliedrigen Formen mit dreistacheliger Mündung des ersten Gliedes, indem sich zwischen den Stachelbasen eine Gitterwand, die Anlage eines zweiten Gliedes bildete. Dieses zweite Glied kann die drei Stacheln in seine Wand aufnehmen, so dass dieselben erst an seiner Mündung frei werden und als Mündungsstacheln mehr oder weniger ansehnlich hervorragen, wie dies bei zahlreichen hierhergehörigen Formen der Fall ist (XXX. 6, 7, 8, 11—13), oder es wird nur der basale Theil der Stacheln in die Wand des zweiten Gliedes einbezogen, so dass dieselben also am apicalen Theil des zweiten frei hervorragen (XXX. 9). In letzteren Fällen ist das zweite Glied basalwärts mehr oder weniger verengt bis geschlossen. Auch kann sich dann an dieses zweite Glied noch ein drittes anschliessen (XXX. 10). Es mag sich weiterhin auch der Fall finden, worauf einige Formen hin-

deuten, dass sich ein zweites Glied ohne jede Betheiligung der drei Stacheln bildet, wenn diese nämlich schon etwas oberhalb der Mündung des ersten Gliedes frei werden (XXXI. 2).

In gleicher Weise scheinen sich nun auch, wie aus den neueren Forschungen Häckel's hervorgehen dürfte (37), noch mehrgliedrige Formen entwickelt zu haben (drei- und mehrgliedrig), welche theils noch an der Mündung des letzten Glieds die drei Stacheln aufweisen, theils dieselben schon von einem der früheren Glieder frei entsenden. Bei einer recht beträchtlichen Anzahl vielgliedriger Formen ist jedoch eine Stachelbildung der Mündung nicht vorhanden, auch fehlt eine solche überhaupt, mit Ausnahme der Apicalbestachelung des Köpfchens oder einer unregelmässigen, mehr oder minder gleichmässigen Bedornung der gesammten Oberfläche der Schale oder gewisser Glieder (XXX. 17—24). Hierher gehören gerade die vielgliedrigsten Formen mit Vorliebe. Eine Ableitung dieser Formen lässt sich in recht verschiedner Weise versuchen und wollen wir es hier nicht unternehmen, die sich ergebenden Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten zu discutiren (vergl. hierüber 38).

Mehrgliedrige Formen leiten sich dann auch in bekannter Weise von den früher geschilderten eingliedrigen mit vielbestachelter Mündung her und es verräth sich diese Ableitung wenigstens in einer Reihe von Fällen noch deutlich dadurch, dass auch die Mündung des Endgliedes solch vielgliedriger Cyrtiden noch die ursprüngliche Bestachelung aufweist (XXX. 15, XXXI. 8).

Eine besondre kurze Besprechung erfordern die sogen. Polycyrtida Häck. 1862 (= Botrida Häck. 1881), welche Häckel als eine besondre Familie neben der Familie der eigentlichen Cyrtiden betrachtet und von seinen Monocyrtida, z. Th. jedoch vielleicht auch den Zygocyrtida (= Spyrida Hck. 1881) abzuleiten sucht (37). Eine solche Bedeutung kann ich den Polycyrtida nicht beilegen; sie bilden, wie ich nachzuweisen versuchte (38), eine Gruppe, welche sich nicht aus Monocyrtida, die ja überhaupt nach unsrer Auffassung nicht existiren, auch nicht direct aus Zygocyrtida, sondern aus gewissen eingliedrigen, dreistacheligen Cyrtiden in ziemlich einfacher Weise entwickelt haben. Das Eigenthümliche dieser Polycyrtida, soweit dieselben bis jetzt durch genauere Untersuchungen verständlich sind, beruht zunächst in einer interessanten Umgestaltung des Köpfchens. Dasselbe ist in zwei, an Grösse meist etwas verschiedne Abschnitte, einen vorderen und einen hinteren getheilt, welche auch äusserlich gewöhnlich durch eine von der Basis des Köpfchens etwas schief nach hinten aufsteigende, schwache Strictur geschieden erscheinen (XXX. 3). Die Entstehung dieser beiden Köpfchenabschnitte ist nicht schwierig zu verfolgen, sie beruht wesentlich auf dem eigenthümlichen Verhalten der vorderen, zum Apex aufsteigenden Hälfte des Primärringes, welche sich hier eigenthümlicher Weise etwas schief nach hinten neigt und weiterhin etwas basalwärts von ihrer Mitte zwei ansehnliche, seitliche Fortsätze aussendet, die sich zu den Seitenwandungen des Köpfchens

begeben und sich hier verbreitert ansetzen*). Weiterhin falten sich jedoch die Hinterwand des Köpfchens und wohl auch die Seitenwandungen längs der das Köpfchen umgreifenden Strictur etwas ein und die dadurch entstandene, einspringende Lamelle verbindet sich mit der geschilderten vorderen Ringhälfte und ihren zwei seitlichen Fortsätzen. Durch diese Vereinigung der Lamelle mit der vorderen Ringhälfte und ihren seitlichen Fortsätzen wird nun eine von vier ansehnlichen Löchern durchbrochne Scheidewand gebildet, welche schief nach hinten geneigt in dem Köpfchen aufsteigt und dessen vorderen und hinteren Abschnitt scheidet. Der vordere Abschnitt ist grösser wie der hintere und wölbt sich namentlich apicalwärts über den hinteren empor und trägt hier den häufig vorhandnen Apicalstachel. In solcher Weise entstanden die Polycyrtiden mit zweitheiligem Köpfchen. Bei einigen Formen treten jedoch noch einige kleine, bruchsackartige Ausbuchtungen der Köpfchenwand an der Grenze gegen das erste Glied auf (XXX. 5). Die meisten Polycyrtidenformen entwickeln nur ein erstes Glied, das offen oder geschlossen erscheint und zuweilen an seiner oberen Region noch die drei kurzen Stacheln, Basalstacheln des Köpfchens, frei hervortretend zeigt. Einige andere dagegen gesellen hierzu noch ein kleines zweites Glied (XXX. 5).

Den Beschluss unsrer Betrachtung der Cyrtida möge die Besprechung einiger morphologischer Eigenthümlichkeiten von untergeordneter Bedeutung bilden. Es wurde schon hervorgehoben, dass sehr häufig ein Apicalstachel des Köpfchens über der aufsteigenden vorderen Ringhälfte zur Ausbildung gelangt. Zu diesem gesellt sich jedoch nicht selten noch ein schief aufsteigender hinterer hinzu, der sich von der Stelle erhebt, wo bei unvollständiger Ausbildung des Primärrings die basale hintere Hälfte desselben in die Hinterwand des Köpfchens übergeht. Zu diesen beiden Stacheln treten jedoch weiterhin bei einzelnen Formen noch eine grössere oder geringere Zahl secundärer hinzu oder entwickeln sich wohl auch zuweilen allein, solche nämlich, die nichts mit dem ursprünglichen Primärring zu thun haben. Auch eine ziemlich gleichmässige Bestachelung oder Bedornung des Köpfchens ist zuweilen ausgebildet und ähnlich auch auf den übrigen Schalengliedern gelegentlick entwickelt. Eine solche Oberflächenbestachelung kann durch den Mittelzustand verzweigter Stachelbildungen oder dadurch, dass sich Kieselfäden zwischen den Stacheln ausspannen, schliesslich auch zur Bildung eines spongiösen oder spinnwebartigen Mantels um die eigentliche Schale Veranlassung geben. Eine eigenthümliche Auszeichnung kann das Köpfchen gelegentlich nach Häckel auch dadurch erhalten, dass sich ein seitlicher Porus röhrenartig verlängert. Bei einer Anzahl Polycyrtiden soll die Schale dagegen mit ein bis drei porösen Röhrchen ausgerüstet sein („instructa“).

*) Diese beiden seitlichen Fortsätze der vorderen Ringhälfte sind keineswegs besondre, nur den Polycyrtiden zukommende Bildungen, sondern finden sich sehr ausgeprägt auch bei den verwandten eingliedrigen, gewöhnlichen Cyrtidformen (so Lithomelissa z. B.), es tritt jedoch hier zu ihnen noch ein ähnlicher dritter, vorderer Fortsatz hinzu.

Eine besondre Entwicklung schlagen z. Th. auch die wichtigen Stachelbildungen ein, welche in Drei- oder Mehrzahl die Mündung umstehen, oder sich schon von der Wand eines der Glieder frei erheben. Gewöhnlich sind dieselben ganz solide und einfach zugespitzt, auch häufig dreikantig bis dreiblätterig. Doch verzweigen sie sich auch zuweilen mehr oder weniger reichlich und sind gelegentlich, wie auch der Apicalstachel, mit zahlreichen Dörnchen besetzt. Merkwürdiger ist, dass ihre Basis nicht selten eine gegitterte Beschaffenheit annimmt, ja es treten statt ihrer um die Mündung zuweilen gänzlich gegitterte Anhänge auf, von welchen es mir jedoch sehr zweifelhaft erscheint, ob sie sämmtlich auf Umbildungen eigentlicher Stachelanhänge zurückzuführen sind.

Auch die frei von den Gliedern sich erhebenden Stachelanhänge zeigen bei gewissen Formen eine solch gittrige Umbildung, sie werden dann zu flügelähnlichen, gegitterten Anhängen der Schale, deren Entstehung aus den ursprünglich soliden Stacheln in etwas verschiedner, jedoch im allgemeinen leicht vorstellbarer Weise denkbar ist.

Bemerkenswerth erscheint noch die eigenthümliche Entwicklung, welche das Endglied gewisser mehrgliedriger Formen nimmt, namentlich streckt es sich zuweilen stark in die Länge, wird umgekehrt kegelförmig (XXX. 9), ja wächst zuweilen zu einer langen und engen gegitterten Röhre aus, welche einer besonderen grösseren Mündung wohl entbehrt (XXXI. 3).

Am Schlusse unsrer Betrachtung der Monopyleenskelete werfen wir noch einen Blick auf eine Gruppe, welche erst in neuester Zeit in ihrer Mannigfaltigkeit erkannt wurde; sie war seither nur durch die einzige Gattung Plagiacantha Clp. repräsentirt, hat jetzt aber aus der Challengersammlung reichlichen Zuwachs erhalten (37). Ueber die genetische Beziehung der Skelete dieser Plagiacanthiden Hertw. (Plectida Hck. 1881) zu denen der übrigen Monopylaria kann wohl kein Zweifel sein, dagegen ist, wie schon erwähnt, die Beurtheilung dieser Beziehungen eine sehr verschiedne gewesen.

Das Plagiacanthidenskelet ist sehr einfach gebaut, besteht aus einer verschiednen Zahl, ein bis fünf und mehr (bis 20 nach Häckel), meist ansehnlicher, gerader Kieselstacheln, welche sämmtlich mit ihren centralen Enden verschmolzen sind und von diesem Centrum so ausstrahlen, dass sie zusammen den Mantel einer flachen Pyramide bilden (wenigstens ist dies nach Analogie mit den bis jetzt allein näher bekannten dreistacheligen Formen anzunehmen), deren Apex eben der Verschmelzungs- und Ausstrahlungspunkt der Stacheln ist (XXXI. 17a). Im Apicaltheil dieser Stachelpyramide ist die Centralkapsel eingelagert und zwar so, dass ihr Porenfeld nach dem Apex der Pyramide schaut, resp. demselben dicht angelagert ist. Die Stacheln sind theils einfach, unverzweigt, theils mit Seitenstacheln besetzt (ramos, Häck.), welche entweder regelmässig in Längsreihen (series, Häck.) und häufig auch zu Wirteln auf den Hauptstacheln zusammengestellt sind oder unregelmässiger über dieselben zerstreut stehen. Die Seitenstacheln nehmen nach der Peripherie der Hauptstacheln an

Grösse ab. Durch Verwachsung der Seitenstacheln benachbarter Hauptstacheln oder durch Entwicklung sie vereinigender Kieselbrücken kommt es bei einem Theil der Plectiden zur Bildung unregelmässig gegitterter Lamellen zwischen den Hauptstacheln, so dass eine gegitterte, flach pyramidenförmige Schale entsteht, welche einige Aehnlichkeit mit manchen Cyrtidschalen besitzt, jedoch im Princip sehr wesentlich von denselben abweicht und daher auch nicht als Urtypus einer sogen. Monocyrtidschale betrachtet werden darf. Bei den Cyrtidschalen ist, wie hinreichend hervorgehoben wurde, die Köpfchenbildung stets nachweisbar und die charakteristische Scheidewandbildung zwischen Köpfchen und erstem Glied stets ausgeprägt. Weiterhin liegt jedoch auch eine pyramidenförmige eigentliche Cyrtidschale stets umgekehrt zur Centralkapsel, d. h. diese wendet ihr Porenfeld der Mündung oder Basis der Pyramide zu, während dies bei den Plagiacanthiden umgekehrt nach dem Apex der Schale gerichtet ist.

Ich halte aus diesen Gründen, im Verein mit den schon früher geltend gemachten paläontologischen, die Ansicht Häckel's, dass die Plagiacanthiden die ursprünglichsten Monopyleen seien, für nicht zutreffend. Will man von ihnen die Cyrtida, wie Häckel versucht, direct ableiten, so bereitet die Erklärung der Hervorbildung des für Cyrtida, wie die übrigen Monopylaria so charakteristischen Primärrings grosse Schwierigkeit, ganz abgesehen von einer Reihe weiterer Schwierigkeiten.

Viel natürlicher erscheint es mir daher, die Plagiacanthiden umgekehrt als eine sehr aberrante Gruppe zu betrachten, welche sich aus einfachen Stephida durch Rückbildung des eigentlichen Ringes herleiten lässt. Der Annahme einer solchen Rückbildung dürften um so weniger Bedenken entgegenstehen, da ja auch die Cyrtiden weitgehende Rückbildungserscheinungen des Köpfchens aufweisen, dessen Grundlage ja ebenfalls der Ring bildet. Eine einfache dreistachelige Plagiacanthaform würde sich nach dieser Anschauung etwa von einer einfachen Stephidenform herleiten, welche schon die beiden charakteristischen Stabfortsätze e, die Stäbe nämlich, welche die beiden Basallöcherpaare scheiden, sowie einen vorderen Stachel als Verlängerung der vorderen basalen Ringhälfte ausgebildet hätte. Es sind dies ja die uns bekannten drei charakteristischen Urstacheln der einfachsten Zygocyrtida und Cyrtida. Durch Rückbildung des Ringes bis auf seine vordere, basale Hälfte würde sich aus diesem Skelet das dreistachelige Skelet einer einfachsten Plagiacanthide herleiten, indem Hand in Hand mit der Verkümmerung des Ringes die drei Stachelfortsätze sich ansehnlicher entwickelten.

Geringere Wahrscheinlichkeit scheint mir dagegen die gleichfalls mögliche Auffassung zu besitzen: eine solche dreistachelige Plagiacanthidenform zum Ausgangspunkt der einfachen Ringskelete (Stephida) zu machen, und den Primärring nachträglich entstehen zu lassen. Die einfachsten Stephidenformen wären dann durch Verkümmerung der drei Stachelfortsätze des Primärrings entstanden zu denken.

Schwierigkeiten bereitet unsrer Auffassung jedoch die Herleitung der mehr- bis vielstacheligen Plagiacanthidae. Leicht zu erklären sind nur die vierstacheligen Formen, denn diese lassen sich ohne Schwierigkeiten durch die Annahme ableiten, dass sich auch noch die hintere basale Hälfte des Primärrings als vierter Stachel erhält und auswächst, ja diese Formen würden sich daher noch als primitiver wie die dreistacheligen ergeben. Die Schwierigkeit erhebt sich aber bei den mehrstacheligen. Wir wissen ja zwar, dass auch die Zygocyrtida und die Cyrtida sehr häufig zahlreichere Stacheln um die vier Basallöcher entwickeln, jedoch setzen sich bekanntlich stets nur die vier primären Stacheln bis zur Vereinigung im Centrum der vier Basallöcher, d. h. am Basalpol des Primärringes fort, nie dagegen die secundären, welche ihren Ursprung von dem Rand der vierlöcherigen Basalscheibe nehmen.

Um nun die vielstacheligen, bis jetzt noch nicht genauer beschriebenen Plagiacanthiden unsrer Auffassung gemäss zu erklären, bieten sich zwei Wege. Entweder leiten sich die Plagiacanthiden überhaupt doch vielleicht von etwas höher entwickelten Stephida mit vierlöcheriger Basalscheibe, welche jedoch sehr verkümmerte und zusammenschrumpfte, ab, oder die vielstacheligen Formen entstanden in der Weise, dass sich einzelne oder sämmtliche der drei oder vier ursprünglichen Stacheln dicht an ihrem Ursprung verzweigten.

Welche dieser Möglichkeiten grössere Wahrscheinlichkeit für sich hat und ob überhaupt eine derselben zulässig erscheint, wird sich wohl entscheiden lassen, wenn die genauere Beschreibung dieser Plagiacanthiden vorliegt; vielleicht bieten einige derselben noch Merkmale dar, auf welche bis jetzt weniger geachtet wurde und die gerade für ihre Ableitung von Wichtigkeit sind.

Wir reihen hier endlich noch die Besprechung einer kleinen Gruppe der Monopyleen an, welche gleichfalls erst neuerdings in ihrer Mannigfaltigkeit erkannt wurde (37), während seither nur die einzige Gattung Prismatium Hck. dieselbe repräsentirte. Jetzt hat sich Häckel auch wohl von der Zugehörigkeit derselben zu den Monopyleen durch Untersuchung der Centralkapsel überzeugt, da dieser Punkt seither noch unerledigt geblieben war. Häckel reiht diese Gruppe als Parastephida unter seine Stephida ein, sucht sie daher genetisch von den einfacheren Ringskeleten abzuleiten. Auch ich habe es versucht (38), die Gattung Prismatium in solcher Weise zu deuten, muss jedoch jetzt gestehen, dass mir nach ungefährer Bekanntschaft mit den Charakteren der zahlreichen, von Häckel neugefundnen Formen dieser Parastephida jener Versuch nicht mehr gerechtfertigt erscheint, ja dass mir die Möglichkeit der Ableitung der Parastephidenskelete von jenen der Stephida sehr zweifelhaft geworden ist. Eine kurze Schilderung der typischen Eigenthümlichkeiten dieser Skelete wird dies wohl erläutern. Ich muss mich hierbei der Darstellungsweise Häckel's anschliessen, da, wie bemerkt, nur Prismatium bis jetzt durch Abbildungen erläutert ist; ich hebe dies ausdrücklich hervor, weil

mir die Möglichkeit einer etwas abweichenden Auffassung und damit auch Darstellung nicht ausgeschlossen erscheint. Zuvor sei bemerkt, dass das Skelet der Parastephida wie ein aus meist wenigen Kieselbälkchen aufgebautes Gerüst, die in ihm aufgehängte Centralkapsel dicht umgibt.

Nach Häckel's Darstellung setzt sich dieses Skelet nun stets aus zwei (wohl an Grösse gleichen) Kieselringen zusammen, welche sich in paralleler Lagerung gegenüberstehen und durch eine sehr verschiedne

Fig. 7.

Erklärung des Holzschn. Fig. 7. Schematische Constructionen einiger Vertreter der Subfamilie der Parastephida Hck. (37) nach den Charakteristiken Häckel's. Nr. 1–4 Vertreter der wichtigsten Typen der Tribus der Parastephanida (1 entspricht etwa Parastephanus Hck., 2 Prismatidium Hck., 3 Lithocubus Hck. und 4 Protympanium Hck.); Nr. 5 Vertreter der Tribus der Paratympanida (entspricht etwa Paratympanium Hck.).

Zahl zwischen ihnen ausgespannter, auf den Ringebenen senkrecht stehender Kieselbalken unter einander vereinigt sind (Holzschn. Fig. 7). Zwei, drei, vier bis fünf und mehr solcher Kieselbalken spannen sich der Art in regelmässiger Anordnung zwischen den beiden Ringen aus, so dass die Abstände ihrer Ursprungsstellen von den Ringen unter sich gleich sind und sämmtliche Balken natürlich unter einander parallel. Das gesammte Skelet der Parastephida erweist sich hiernach ziemlich deutlich prismatisch, da namentlich auch die beiden Ringe, wie es scheint, eine etwas stumpfeckige Bildung annehmen, indem die Ursprungsstellen der Kieselbalken etwas eckig hervorgezogen erscheinen. Die beiden Ringe sind theils glatt, unbestachelt, theils mit einfachen oder verzweigten Dornen bedeckt. Schliesslich tritt bei einigen Formen noch die Weiterbildung hinzu, dass das Lumen der beiden Ringe durch eine Gitterbildung geschlossen wird (Holzchn. Fig. 7, 5).

Wie gesagt, scheint es mir bis jetzt nicht wohl möglich, die sehr eigenthümlich gebauten Skelete der Parastephiden mit denen der Stephida und den sich nach unsrer Auffassung von ihnen ableitenden Formen in genetischen Zusammenhang zu bringen. Vielleicht wird jedoch die zu erwartende genaue Schilderung Häckel's auch für diese Gruppe den erwünschten Aufschluss geben.

4. Der Bau des Weichkörpers der Radiolarien.

Wir eröffnen die Betrachtung des Weichkörpers der Radiolarien mit der Besprechung eines Organisationsbestandtheils, welcher nach seiner schon früher erläuterten morphologischen Bedeutung eigentlich unter die Hüll- oder Skeletgebilde gerechnet werden müsste. Seine innige Verbindung mit dem eigentlichen Weichkörper, ja seine Einlagerung in denselben im ausgebildeten Zustand rechtfertigt seine Besprechung an dieser Stelle.

A. Die Centralkapsel.

Die allgemeine Verbreitung und Bedeutung der Centralkapsel wurde schon im Vorhergehenden mehrfach betont. Doch sind in neuerer Zeit einige Wahrnehmungen gemacht worden, welche, wenn sie sich bestätigen, die allgemeine Bedeutung der Centralkapsel für den Radiolarienorganismus, wie sie Häckel seiner Zeit betonte, nicht unbeträchtlich einschränken dürften.

Zunächst bemühte sich Hertwig (33) bei einer erwachsenen Acanthometree, dem Acanthochiasma rubescens Hck., vergeblich, etwas von einer Centralkapselmembran zu entdecken und im Anschlusse hieran bemerkt neuerdings Brandt (36), dass bei vielen Acanthometreen eine Centralkapsel nicht nachweisbar sei. Auch bei einer Anzahl Sphaerozoeen hat Brandt vergeblich nach einer Centralkapselmembran gesucht und ist der Ansicht, dass sich dieselbe bei diesen Formen erst mit Beginn der Schwärmerfortpflanzung hervorbilde. Bis jetzt scheint mir diese Angelegenheit noch nicht hinreichend erforscht zu sein. Wie weiter unten noch eingehender erörtert werden wird, neige ich mich der Ansicht zu, dass eine deutliche Scheidung des Plasmas der Radiolarien in zwei ineinander geschachtelte Regionen, welche gewöhnlich durch die Centralkapselwand geschieden sind, höchst wahrscheinlich nur bei Vorhandensein einer solchen Membran zu Stande kommt. Ich bin daher auch sehr geneigt anzunehmen, dass wenigstens bei den erwachsenen Sphaerozoeen, wo die beiden Plasmaregionen stets deutlich zu erkennen sind, auch eine, wenn auch sehr zarte Centralkapselhaut vorhanden sein dürfte*). Natürlich besprechen

*) Mit dem Mangel oder der Dünne der Kapselwand der Sphaerozoën während ihrer Jugendzeit steht ohne Zweifel die häufig recht unregelmässige und mannigfaltig wechselnde Gestalt der Centralkapseln ihrer Kolonien in Zusammenhang. Schon Häckel (16) hat hierauf hingewiesen und blieb zweifelhaft, ob er die Ursache dieser Erscheinung einer Contractilität der Kapseln oder der Wirkung des umgebenden Plasmas zuschreiben sollte. Später haben Cienkowsky und namentlich Brandt dieses Verhalten wieder betont und letzterer erblickt in der sehr unregelmässigen, z. Th. sogar in spitzige oder zackige Fortsätze ausgezogenen Gestalt der Centralkapseln einen Beweis ihrer Membranlosigkeit. Ich glaube, dass eine solche Gestaltsveränderlichkeit auch bei Gegenwart einer zarten Membran bis zu gewissem Grade nicht ausgeschlossen sein dürfte. Wie Brandt möchte auch ich die wechselnden Gestaltsverhältnisse der Kapseln einer Activität ihres Plasmas zuschreiben, nicht dagegen einer directen Wirkung ihrer Umgebung.

wir in diesem Abschnitt nur die Kapsel in engerem Sinne, nicht dagegen ihren Inhalt. Morphologisch betrachten wir mit Hertwig die Centralkapsel als ein der Rhizopodenschale entsprechendes Schalenhäutchen, das jedoch in seinem feineren Aufbau wesentliche Eigenthümlichkeiten verräth, wenn auch nicht so abweichende, um die betonte Homologisirung unmöglich zu machen. Auch Häckel nähert sich neuerdings dieser Auffassung der Centralkapselhaut (34, 37), indem er sie als Zellmembran bezeichnet, eine Anschauung, mit der die unsrige im Wesentlichen übereinstimmt.

Die Centralkapsel der Radiolarien wird von einer einfachen oder doppelten Haut gebildet, deren chemische Natur sich ohne Zweifel der Reihe stickstoffhaltiger, resistenter, thierischer Abscheidungsprodukte anschliesst, welche sich um das sogen. Chitin gruppiren. Es zeichnet sich daher auch die Centralkapselwand durch ihre verhältnissmässige Resistenz gegen chemische Reagentien, stärkere Säuren und Alkalien, aus und lässt sich mit deren Hülfe z. Th. auch deutlicher zur Ansicht bringen.

Diese Centralkapselwand umschliesst allseitig einen centralen Theil des protoplasmatischen Weichkörpers, jedoch erleidet die im jugendlichen Zustand ohne Zweifel ganz allgemeine centrale Lagerung der Kapsel im Alter zuweilen eine gewisse Verschiebung durch einseitiges Weiterwachsthum des Körpers. Hinsichtlich ihrer Beziehung zu den eigentlichen Skelettheilen ist hervorzuheben, dass letztere theils ganz ausserhalb der Kapsel, sie umschliessend, ihre Lage finden, theils jedoch auch mit ihren centralen Partien in dieselbe eingelagert sind, ja dass bei einer Anzahl Radiolarien die Centralkapsel sogar die Hauptmasse des Skelets in sich aufnimmt.

Die Grösse der Kapsel richtet sich natürlich im Allgemeinen nach der Grösse der Thiere, doch zeigen sich auch bedeutende Schwankungen ihres Volums im Vergleich zu dem des Thierkörpers. Bei solchen Formen wie den Disciden und Spongodisciden, wo die Kapsel nahezu das gesammte Skelet einschliesst, ist sie auch relativ sehr gross. Bei anderen hingegen, wo sie nur einen kleinen Theil des centralen Skelets umhüllt oder letzteres sich ganz nach aussen von ihr entwickelt, tritt sie im Allgemeinen mehr zurück. Am meisten ist dies vielleicht der Fall bei grossen Phaeodarien (Coelothamnus z. B.). Die bedeutendste absolute Grösse erreicht die Kapsel bei den Colliden, 2 Mm. Durchmesser bei Thalassolampe, 5 Mm. sogar bei Physematium.

Wie schon früher erörtert wurde, betrachten wir mit Hertwig die homaxone oder kugelförmige Gestaltung der Centralkapsel als die ursprünglichste. Dieselbe ist denn auch noch bei zahlreichen Peripylarien erhalten, so bei Colliden und Sphaerozoeen, wie regulären Acanthometreen und regulären Sphaerideen. Hand in Hand mit den Modificationen der Skeletbildung modificirt sich jedoch auch die Gestalt der Kapsel, indem dieselbe im Allgemeinen die Grundgestalt des Skelets nachahmt. Welches Moment hierbei das maassgebende ist, ob die Kapsel sich nach dem Skelet richtet, oder letzteres nach dieser, oder ob ein gemeinsames

Drittes auf beide bestimmend einwirkt, lässt sich zur Stunde wohl noch nicht sicher entscheiden.

Unter den Acanthometreen wird die reguläre Kugelgestalt der Kapsel durch die stärkere Entwicklung gewisser Stacheln modificirt; durch Auswachsen der vier Aequatorialstacheln entwickelt auch sie sich in der Aequatorialebne stärker und plattet sich daher etwas ab, wächst auch entsprechend den vier Aequatorialstacheln stärker aus und nimmt einen quadratischen bis rhombischen Umriss an (Acanthostaurus z. Th.) oder bildet vier den Stacheln entsprechende Lappen (Acanthostaurus z. Th., Lithoptera, XXVII. 10). Besondre Verlängerung zweier gegenständiger Aequatorialstacheln ruft auch eine entsprechende Längsstreckung der Kapsel hervor, die zunächst elliptisch, schliesslich sogar walzenförmig wird (Amphilonche, XXVII. 7) und entweder eine mittlere Anschwellung oder eine entsprechende Einschnürung aufweist (Amphilonche z. Th. und Diploconus, XXVII. 11). Bei Amphilonche wird die langgestreckte Kapsel gelegentlich auch längskantig, in Zusammenhang mit der kantigen Bildung der beiden Hauptstacheln. Wie zu erwarten, ist bei dem merkwürdigen Litholophus Rhipidium Hck. (XXVIII. 1) auch die Centralkapsel dem Skelet entsprechend modificirt.

Bei den gitterkugligen Dorataspiden unter den Acanthometreen und bei den Sphaerideen stimmt die Gestalt der Kapsel überein mit der allgemeinen Skeletgestalt, wird demnach auch bei gewissen Dorataspiden mit ellipsoidischer Gitterschale ellipsoidisch (XXVIII. 6) und macht alle die Wandlungen der Skeletgestalt mit, welche die irregulären Sphaerideen darbieten. Bei den Phacodisciden nimmt die Centralkapsel daher eine linsenförmig abgeplattete Gestalt an. Bei den Disciden und Spongodisciden dagegen, wo das Skelet, wie erwähnt, nahezu völlig in der Centralkapsel eingeschlossen ist, wird sie scheibenförmig und geht natürlich auch in die Bildung der armartigen Fortsätze der Cocco-, Poro- und Spongodiscidae ein. Auch bei den Zygartida richtet sich die Centralkapselbildung nach der Skeletgestalt, jedoch ist über diese Gruppe bis jetzt nur wenig bekannt und dies gilt noch mehr von den Pylonidae und Lithelida.

Bei allen besprochnen Abtheilungen der Peripylaria, deren Centralkapselbildung sich auf einen ursprünglich homaxonen Grundtypus zurückführen lässt, prägt sich dieser auch in der feineren Beschaffenheit der Centralkapselwand aus. Dieselbe entbehrt nämlich durchaus grösserer Durchbrechungen oder Oeffnungen, sondern ist wohl allgemein von sehr zahlreichen, dicht stehenden und sehr feinen Porenkanälchen durchsetzt. Doch sind bis jetzt solche Porenkanälchen nur bei wenigen Peripylaria direct beobachtet worden, solchen nämlich, bei welchen die Centralkapselwand eine beträchtlichere Dicke erreicht, wie bei einem Theil der Colliden und der Sphaerozoeen. Nur bei den ebengenannten erreicht nämlich die Kapselwand eine solche Dicke, dass sie deutlich doppelt contourirt erscheint (bei Thalassicolla bis 0,003 Mm.), während

sie bei den übrigen Peripylarien fast durchaus einfach contourirt ist. Bei Flächenbetrachtung erscheint die Centralkapselmembran der ersterwähnten Formen häufig deutlich fein punktirt; im optischen oder wirklichen Schnitt dagegen fein radiär gestrichelt (XVII. 4c – d). Dieses Aussehen der Centralkapselwand, im Verein mit der Erfahrung, dass das Hervortreten von Protoplasma durch die Kapselwand bei Thalassicolla thatsächlich zu constatiren ist, lässt wohl keine andre Deutung wie die gegebne zu.

Nach diesen Erfahrungen erscheint es nicht ungerechtfertigt, eine entsprechende, allseitig gleichmässige, jedoch sehr feine Porosität den Peripylarien überhaupt zuzuschreiben, was noch dadurch unterstützt wird, dass Hertwig (33) bei den Acanthometriden thatsächlich feine, in Strömung begriffne Protoplasmakörnchen durch die Centralkapselmembran hindurchtreten sah.

Wir erwähnen an dieser Stelle gleich, dass die dicke Kapselmembran der Thalassicolla nucleata eine polygonal-gefelderte Zeichnung darbietet, welche nach Hertwig (28) von leistenförmigen Erhebungen auf der Innenfläche der Membran herrührt (XVII. 4c).

Durchaus monaxon umgestaltet erscheint die Centralkapsel der Monopylaria, in Zusammenhang mit der Skeletentwicklung dieser Formen. Dies spricht sich einerseits darin aus, dass die Gestaltung der Kapsel bei den einfacheren Formen häufig eine deutlich ellipsoidische wird (auch schon bei Cystidium, der einzigen bis jetzt bekannten skeletlosen Form) und eine derartige Gestaltung ist bei den Monopylaria wohl sicherlich die ursprüngliche, an welcher sich jedoch eine Reihe wesentlicher Modificationen mit der Weiterentwicklung des Skelets einstellen.

Der monaxone Typus der Monopylarien-Centralkapsel gelangt jedoch speciell noch dadurch zur Ausprägung, dass die Communicationsöffnungen oder Poren hier auf den basalen Pol beschränkt sind, welchen sie in Gestalt eines sogen. Porenfeldes bedecken, wie dies zuerst von Hertwig (33) nachgewiesen wurde.

So sicher es nun einerseits auch erscheint, dass die Communicationsöffnungen in der Centralkapselwand der Monopylaria auf dieses basale, sogen. Porenfeld beschränkt sind, so ist dessen Bau doch noch keineswegs hinreichend aufgeklärt. Bei den einfacher gestalteten, kugligen bis ellipsoidischen Kapseln der Stephida und Zygocyrtida ist der basale, vom Porenfeld eingenommene Pol der Kapsel gewöhnlich etwas flach abgestutzt und das so gebildete Porenfeld zeichnet sich nun namentlich dadurch aus, dass sich in seiner Ausdehnung eine bei den verschiednen Formen wechselnde Anzahl kleiner, stäbchenartiger, dunkler Gebilde anscheinend in die Wand der Kapsel eingelagert finden (XXVIII. 8, 9, 9a, XXIX. 9). Diese Stäbchen stehen stets senkrecht zur Porenfeldfläche und färben sich ganz allgemein mit Carmin sehr intensiv. Ihre Anordnung im Porenfeld ist verschieden, theils sind sie über die gesammte Fläche desselben zerstreut, theils dagegen bilden sie nur einen einfachen Kranz in dessen Peripherie; bei einer Form liess sich auch die

eigenthümliche Anordnung zu drei sich central berührenden Kränzen nachweisen. Besonders ansehnlich sind diese Stäbchen bei der eigenthümlichen Gatt. Trictyopus ausgebildet, ragen hier zäpfchenartig über die Fläche des Porenfeldes äusserlich ein wenig hervor und ihr peripherisches Ende nimmt bei erwachsenen Thieren eine etwas dreizackige Beschaffenheit an.

Hertwig fasst diese Stäbchen als verdickte Partien der Kapselmembran auf, welche von einem feinen Kanal, dem eigentlichen Porus durchbohrt würden. Für letztere Annahme spricht namentlich die Beobachtung, dass bei gewissen Formen feine extrakapsuläre Protoplasmaströmchen von den einzelnen Stäbchen entspringen. Dagegen finden sich jedoch auch einige Thatsachen, welche nach meiner Ansicht einer solchen Auffassung Schwierigkeiten bereiten, so namentlich die im Verhalten gegen Färbemittel sich aussprechende, eigenthümliche chemische Beschaffenheit der Stäbchen und weiterhin das von Hertwig bei Eucyrtidium beobachtete Verhalten derselben zur extrakapsulären Sarkode. Wurde nämlich letztere von der Centralkapsel abgelöst, so blieben die Stäbchen an ihr haften.

Zu diesem sogen. Porenfeld gesellt sich jedoch noch ein weiteres sehr eigenthümliches Structurelement hinzu, welches wir nach Hertwig ebenfalls als Bestandtheil der Kapselwand zu betrachten hätten. Dies ist der sogen. Pseudopodienkegel; ein heller, kegelförmig zugespitzter Aufsatz, welcher sich über dem Porenfeld als Basis mehr oder weniger tief in das Innre der Centralkapsel hinein erhebt. Dieser Pseudopodienkegel reicht theils bis etwa zum Centrum der Kapsel, theils jedoch noch beträchtlich über dasselbe hinaus bis zum Apicalpol der Kapsel heran. Gewöhnlich besitzt er die Gestalt eines geraden, regulären Kegels, zuweilen wird er jedoch auch zu einem schiefen. In seiner Substanz bemerkt man zarte Linien, welche von der Spitze zu den Stäbchen des Porenfelds ziehen und die Kegelspitze tritt z. Th. sehr deutlich als ein aus homogener Masse gebildetes, besonderes Stück hervor, theils jedoch gibt sie sich durch ihre intensive Färbung in Carmin, ähnlich wie die Stäbchen des Porenfeldes, als etwas Besonderes zu erkennen. Hertwig, der erste Beobachter aller dieser Verhältnisse, sucht für dieselben folgende Deutung geltend zu machen, welche er hauptsächlich darauf stützt, dass sich der Pseudopodienkegel, ebenso wie die Stäbchen des Porenfeldes, gegen die Einwirkung von Alkalien widerstandsfähig erweisen und daher wohl ähnlicher Natur seien wie die Kapselmembran. Der Pseudopodienkegel wäre nach ihm aufzufassen als eine von zarten Kanälen, den Fortsetzungen der Porenkanäle der Stäbchen, durchzogne Erhebung der Kapselwand; durch die erwähnten Kanäle, welche auf der Kegelspitze sich öffnen sollen, würde das intrakapsuläre Protoplasma seinen Ausgang finden und schliesslich aus den Poren der Stäbchen hervortreten.

Ich möchte schon bei dieser Gelegenheit andeuten, dass mir diese Auffassung des Pseudopodienkegels bis jetzt noch ziemlich unsicher er-

scheint; ich halte es nämlich nicht für unmöglich, dass der gesammte Pseudopodienkegel doch vielleicht eine rein plasmatische Bildung ist und mit einer eigenthümlichen Axenfädenbildung der Pseudopodien in Zusammenhang steht, wie sie ja auch die Radiolarien z. Th. besitzen. Doch darüber wird erst bei der Besprechung der Pseudopodien Näheres zu bemerken sein, nur dürfte hier noch hervorgehoben werden, dass der Pseudopodienkegel nach Hertwig's Beobachtungen thatsächlich einen innigeren Zusammenhang mit dem intrakapsulären Plasma als mit der Kapselwand zeigt, da er nämlich mit dem ersteren in Zusammenhang bleibt, wenn es sich durch Einwirkung von Reagentien von der Kapselwand zurückzieht.

Eine Reihe sehr interessanter Umgestaltungen erleidet die Centralkapsel bei den Zygocyrtida und namentlich bei den Cyrtida. Bei ersteren füllt sie, wie zu erwarten war, den Hohlraum der Schale nahezu völlig aus und nimmt daher auch gewöhnlich, entsprechend deren Form, eine querovale Gestaltung an, z. Th. mit mittlerer, durch den Primärring bedingter Einschnürung. In entsprechender Weise erfüllt die Centralkapsel der Cyrtida ursprünglich allein das der Zygocyrtidenschale entsprechende sogen. Köpfchen. Ein solches Verhalten bleibt denn auch bei einer Reihe eingliedriger Cyrtidenformen mit ansehnlichem Köpfchen und gering entwickeltem erstem Gliede noch erhalten und findet sich in gleicher Weise auch bei den Jugendformen der übrigen, ja ohne Zweifel denen sämmtlicher Cyrtida realisirt (XXIX. 19). Bei den höher entwickelten Formen dagegen mit geringer ausgebildetem Köpfchen und stärker entwickelten Gliedern vergrössert sich die im Köpfchen anfänglich hinreichenden Platz findende Centralkapsel beim Weiterwachsthum sehr ansehnlich und wächst, da ja das Lumen des Köpfchens selbst nicht an Grösse zunimmt, durch dessen Basallöcher in das folgende erste Glied oder bei den mehrgliedrigen Formen auch noch in weitere Glieder hinein. Dieses Durchwachsen geschieht gewöhnlich nur durch die vier ansehnlichen Basallöcher der sogen. Scheidewand zwischen Köpfchen und erstem Glied, indem sich durch jedes Loch ein mehr oder minder ansehnlicher, zipfel- bis bruchsackartiger Auswuchs der Kapsel verschieden tief in das erste oder bis in folgende Glieder hinein erstreckt (XXIX. 11, 13b, 14a; XXX. 19). Bei einigen Formen gelangen jedoch nur drei solcher Bruchsäcke zur Ausbildung, was einigermaassen überraschend ist, da alle diese dreigelappten Formen ohne Zweifel vier Basallöcher besitzen; für einige ist dies ganz direct constatirt. Die Ursache dieser Dreilappigkeit der Centralkapsel könnte unter solchen Umständen eine verschiedene sein; entweder unterbleibt der Durchtritt durch eines der Löcher und kommt so ein Lappen weniger zur Ausbildung, oder es findet eine nachträgliche Verschmelzung zweier Lappen statt, was nach den Erfahrungen bei den Sphaerideen nicht unmöglich erscheinen dürfte. Mir scheint letztere Annahme mehr für sich zu haben, und ich bin geneigt, bei den dreilappigen Formen eine nachträgliche Verschmelzung der beiden durch das hintere Löcherpaar (I) hervorgetretnen Lappen anzunehmen, da der Stab c, welcher diese beiden Löcher scheidet, häufig

sehr zart ist und daher eine solche Verschmelzung wohl begünstigt. Immerhin bedürfen diese Verhältnisse noch eingehenderer Untersuchung.

Unter Umständen wird jedoch die Lappenzahl auch grösser wie vier; es treten dann nämlich (Carpocanium, XXX. 13 a, b) im Umkreis der vier Hauptlappen noch einige secundäre, kleinere auf. Dies erklärt sich leicht dadurch, dass die Köpfchenbasis (die Scheidewand zwischen Köpfchen und erstem Glied) im Umkreis der vier Basallöcher häufig noch eine Anzahl kleinerer Poren aufweist, welche demnach zuweilen ebenfalls zu Fortsatzbildungen der Centralkapsel Veranlassung geben.

Auch die bis jetzt genauer untersuchten sogen. Monocyrtiden Häckel's besitzen fast durchaus eine deutlich gelappte Centralkapsel, was beweist, dass auch sie eine Scheidewand haben, und die von Hertwig und mir versuchte Ableitung dieser Formen bestätigt. Bei sehr starker Verkümmerung des Köpfchens, wie sie eine Reihe solcher Formen, so Litharachnium Hck. und Cornutella, aufweisen, kann natürlich nur ein äusserst kleiner Theil der Centralkapsel in dem Köpfchen eingelagert sein. Auch ist es zweifelhaft, ob sich hier die Lappenbildung der Centralkapsel noch erhält. Bei Litharachnium blieb Häckel zweifelhaft, ob die tief ins erste Glied herabreichende birnförmige Centralkapsel gelappt ist oder nicht. Das letztere wäre nicht sehr erstaunlich, da bei dieser und verwandten Formen mit sehr minutiöser Scheidewand eine nachträgliche Verschmelzung der Lappen leicht eintreten könnte. Bei Cornutella*) ist die Scheidewand dagegen z. Th. ganz rückgebildet worden und der Grund zur Lappenbildung der Centralkapsel also weggefallen. Bis jetzt sind keine solche Cornutellaformen oder Verwandte mit Centralkapsel beschrieben worden, doch lässt sich wohl auch so schon behaupten, dass dieselben wieder eine einfache, ungelappte Centralkapsel aufweisen werden. Es liegt bis jetzt überhaupt nur die Beschreibung einer einzigen, wohl sicheren Cyrtidenform mit ovaler, ansehnlicher, ungelappter Centralkapsel vor, nämlich die des Trictyopus elegans von Hertwig (33), doch fehlt für die Beurtheilung dieser Form gerade der wichtigste Anhaltepunkt, indem der apicale Theil des Skelets bei den beobachteten Exemplaren abgebrochen war.

Das lappige Auswachsen des Basaltheils der Cyrtidenkapsel muss naturgemäss auf die Entwicklung des am Basalpol gelegenen Porenfelds einen sehr wesentlich umgestaltenden Einfluss ausüben. Dies tritt denn auch deutlich hervor, nur ist die Beobachtung dieser Verhältnisse damit auch schwieriger geworden. Es sind wesentlich die geschilderten Stäbchen des Porenfeldes, welche zur Beobachtung gelangten und z. Th. recht interessante Stellungsverhältnisse aufwiesen (Hertwig 33).

Bei schwächerer Entwicklung der drei oder vier Lappen behaupten diese Stäbchen noch ihren ursprünglichen Platz an der Basis der Centralkapsel zwischen den Ursprüngen der Lappen. Bei stärkerer Lappenentwicklung rücken die Stäbchen jedoch auf die Lappen selbst und zwar

*) Diese Gattung in der ihr von mir gegebnen Umgrenzung (s. Nr. 38).

natürlich die axialen einander zugekehrten Lappenflächen, indem sie sich bald mehr in Form einer Gruppe am apicalen oder basalen Theil der Lappen zusammengestellt finden, oder bei sehr ansehnlich langen Lappen in Gestalt eines Stäbchenbandes längs der Innenfläche jedes Lappens herabziehen (XXX. 19). Von einem deutlichen Pseudopodienkegel war bei diesen Ausbildungszuständen der Kapsel nichts mehr zu sehen; jedoch traten zuweilen noch ziemlich deutlich zarte Linien hervor, welche von den Stäbchen entsprangen und nach dem Apex der Centralkapsel hinzogen.

Die Centralkapselwand der Monopylaria ist bisweilen ziemlich derb und deutlich doppelt contourirt.

Ein dritter sehr bemerkenswerther Typus der Centralkapselbildung ist den sogen. Phaeodaria (Tripylea Hertwig's) eigenthümlich und wurde gleichfalls zuerst durch die Untersuchungen Hertwig's (33) bekannt.

Zunächst zeichnen sich die Centralkapseln dieser Abtheilung vor denjenigen sämmtlicher übriger Radiolarien dadurch aus, dass ihre Wand aus zwei trennbaren Häuten besteht, einer ziemlich dicken und deutlich doppelt contourirten äusseren und einer zarten inneren (XXXII. 9). Beide Häute sind im lebenden Zustand dicht aufeinandergelagert und daher nicht leicht zu unterscheiden; durch Anwendung von Reagentien jedoch, welche das intrakapsuläre Plasma zur Gerinnung und Schrumpfung bringen, löst sich auch die innere Haut von der äusseren ab und zieht sich, dem Plasma anhaftend, von der äusseren zurück. Erstere erscheint dann als ein zartes zerknittertes Häutchen, welches die Oberfläche des Plasmas überkleidet und gewöhnlich mit der äusseren Haut nur noch an den gleich zu schildernden Oeffnungen in Zusammenhang steht.

Ein weiterer eigenthümlicher Charakter der Centralkapseln der Phaeodarien liegt darin, dass nicht zahlreiche feine Poren ihr Lumen mit der Aussenwelt in Verbindung setzen, sondern dass sich zu diesem Behufe grössere Oeffnungen in verschiedner Zahl vorfinden. Bei den meisten Phaeodarien scheinen drei solcher Oeffnungen vorhanden zu sein, was auch ihren Entdecker Hertwig veranlasste, der zuerst von ihm richtig unterschiednen Gruppe den Namen Tripyleae zu geben. Da ferner nur der Centralkapselbau solch tripyler Formen bis jetzt genauer erforscht ist, so machen wir deren Schilderung zur Grundlage unsrer Darstellung und schliessen derselben nur wenige Worte über die abweichenden Formen an.

Die tripyle Centralkapsel erscheint wie die der Phaeodarien überhaupt nahezu kuglig, jedoch gewöhnlich schwach längsgestreckt bis linsenförmig. Ihre drei Oeffnungen sind nicht gleich gebaut, sondern wir unterscheiden eine Haupt- und zwei Nebenöffnungen. Die Hauptöffnung (o^1) nimmt den Mittelpunkt einer der etwas abgeplatteten Flächen ein, während die beiden Nebenöffnungen (o) sich auf der entgegenstehenden Abplattungsfläche in gleichen Entfernungen von deren Centrum befinden. Die tripyle Centralkapsel zeigt demnach eine deutlich monaxone Ausbildung, mit einer Hauptaxe, welche durch die Hauptöffnung geht. Diese Hauptöffnung erhebt sich als eine kürzere oder längere Röhre auf einem uhrglasförmig

oder brustwarzenartig hervorgewölbtem Feld der Centralkapselwand. Die Röhre selbst wird nur von der äusseren Haut gebildet, während die innere Membran unterhalb der beschriebenen Hervorwölbung, welche die Röhre trägt, eine radiärstreifige Beschaffenheit zeigt.

Die beiden Nebenöffnungen (XXXII. 8 d) werden zunächst gebildet von einer niedrigen, röhrigen Erhebung der äusseren Haut, etwa von Gestalt eines kurzen Flaschenhalses. Vom Mündungsrand dieses Aufsatzes schlägt sich die ihn bildende äussere Haut wieder nach innen zurück und verwächst am Boden des Aufsatzes mit der inneren Haut. Dieser Verwachsungsring erhebt sich nun als hohler Kegel in den Aufsatz empor und seine geöffnete Spitze bildet die eigentliche Oeffnung. Nach innen von der Basis dieses Kegels lagert sich eine halbkuglig ins Lumen der Kapsel vorspringende, homogene und in Carmin sich meist stark färbende Masse an, welche gegen das intrakapsuläre Protoplasma scharf abgegrenzt erscheint. Ueber die Bedeutung der letzterwähnten Masse liegen bis jetzt noch keine Daten vor.

Die neueren Untersuchungen Häckel's über die Phaeodarien des Challenger (34) haben jedoch ergeben, dass, wie schon erwähnt, die tripyle Beschaffenheit der Centralkapsel bei dieser Gruppe nicht durchaus herrschend ist. Häckel fand Formen mit nur einer Oeffnung (wahrscheinlich der Hauptöffnung der Tripylea entsprechend), weiterhin solche mit zwei gegenständigen Oeffnungen und schliesslich auch zahlreicheren Oeffnungen in regelmässigerer oder unregelmässiger Vertheilung. Wie sich bei letzteren das Verhältniss zwischen Haupt- und Nebenöffnungen gestaltet, und ob sich solche überhaupt unterscheiden lassen, geht aus der kurzen Mittheilung nicht hervor.

Die monaxone Gestaltung der Centralkapsel, welche natürlich auch bei den Formen mit einer oder zwei Oeffnungen sehr deutlich ist, soll nach Häckel zuweilen auch in eine bilateral symmetrische übergehen, doch fehlt bis jetzt Genaueres über das Zustandekommen dieser Bilateralität.

B. Das intrakapsuläre Plasma mit seinen Einschlussen.

Die allgemeine Beschaffenheit des Radiolarienplasmas bietet keine besondern betrachtenswerthen Eigenthümlichkeiten dar. Auch hier ist dasselbe eine zähschleimige Masse, welche gewöhnlich durchaus feinkörnig erscheint. Die Natur dieser feinen Körnelung, welche sich z. Th. wenigstens sicher auf feinste Fett- oder Eiweisskörnchen zurückführen lässt, bedarf, wie dies für das Plasma überhaupt der Fall ist, noch weiterer Aufklärung.

Obgleich das Plasma der Radiolarien in seiner Gesammtheit eine einheitliche Masse darstellt, da nach unsrer Auffassung der extrakapsuläre Antheil desselben mit dem intrakapsulären in innigem, directem Zusammenhange steht, nur als ein aus der Centralkapsel hervorgedrungner Theil des letzteren zu betrachten ist, so dürfte es sich doch im Interesse der

Darstellung empfehlen, die beiden durch die Centralkapselwand geschiednen Theile des Weichkörpers gesondert zu besprechen. Ein Vergleich der Radiolarien mit den Abtheilungen der Rhizopoden und Heliozoën kann leicht die Anschauung erwecken, dass extrakapsuläres und intrakapsuläres Plasma dem Ecto- und Entosark, welches bei einem Theil der letztere nunterscheidbar sind, homologisirt werden dürften. (Wallich [17] suchte eine solche Unterscheidung von Ecto- und Entosark auch für seine unhaltbare, einen Theil der Radiolarien einschliessende Gruppe der Protodermata durchzuführen. Sein Entosark scheint mir der Centralkapselinhalt zu sein, sein Ectosark dagegen hauptsächlich die Centralkapselwand.) Eine derartige Homologisirung scheint jedoch wenig gerechtfertigt, da ja auch das aus der Schale hervorgedrungne Plasma gewisser mariner Rhizopoda keinen Anspruch auf die Bezeichnung Ectosark besitzt. Wie bei den marinen Rhizopoda ist auch bei den Radiolaria im Allgemeinen keine Differenzirung solcher Plasmazonen entwickelt, wenn wir nicht in gewissen Ausbildungsverhältnissen des plasmatischen Kapselinhalts bei einigen Formen eine Andeutung zweier derartiger Plasmaregionen erkennen wollen*).

c. Das intrakapsuläre Plasma.

Dasselbe zeigt seiner allgemeinen Beschaffenheit nach keine Verschiedenheiten von dem extrakapsulären und füllt fast durchweg die Kapsel vollständig aus. Nur von den Acanthometriden hebt Hertwig hervor, dass das intrakapsuläre Plasma häufig durch einen schmalen, wahrscheinlich mit Flüssigkeit erfüllten Spaltraum von der Kapselwand getrennt sei, wonach also in diesem Fall die Erfüllung keine vollständige wäre.

Die Quantität des intrakapsulären Plasmas steht natürlich in umgekehrten Verhältniss zu der Menge seiner Einschlüsse, sind diese sehr zahlreich und ansehnlich, so erscheint es nur wie eine sie verbindende Matrix.

Bei den Peripylarien zeigt dieser Theil des Plasmakörpers sehr gewöhnlich eine vom Centrum der Kapsel ausstrahlende Radiärstreifung, welche schon Häckel vielfach beobachtete und die später von Hertwig (33) genauer studirt worden ist. Zum Theil mag diese Radiärstreifung nur auf einer radiären Anordnung der feinen Plasmakörnchen beruhen, vergleichbar also mit dem sogen. Strahlungsphänomen sich theilender Zellen. Gewöhnlich zeigt sich jedoch noch eine weitergehende Differenzirung des Plasmas, welche sich etwa in folgender Weise beschreiben lässt. Dasselbe hat sich in eine grössere oder kleinere Zahl radiärer, parallelopipedischer, peripherisch sich verbreiternder Stücke von feinkörniger Beschaffenheit gesondert, welche durch zarte, nichtkörnige Zwischensubstanz geschieden werden (XVII. 4 d, XX. 5 b). Die Körnchen der keilförmigen Plasmastücke zeigen auch häufig eine deutlich radiärstrahlige Anordnung. Da die keil-

*) Vergl. hierüber jedoch auch weiter unten in dem Abschnitt über das extrakapsuläre Plasma.

förmigen, feinkörnigen Plasmastücke im Querschnitt einen polygonalen Umriss besitzen, so bietet der Centralkapselinhalt in der Flächenansicht oder ein tangentialer Schnitt desselben ein zellgewebartiges Bild dar. Durch Zerzupfen gelingt es sogar nicht selten, die geschilderten Plasmastücke zu isoliren.

Die soeben hervorgehobne Beschaffenheit des Centralkapselplasmas der Peripylarien lässt sich am besten bei gewissen Colliden und den einfacheren Sphaeroideen wahrnehmen und wurde auch hauptsächlich bei diesen Formen studirt*). Hinsichtlich der Deutung der Erscheinung hat wohl ohne Zweifel schon Hertwig das Richtige getroffen. Aus dem Vergleich mit ähnlichen Strahlungserscheinungen gewisser Gewebezellen höherer Thiere, wie auch dem Strahlenphänomen bei der Zelltheilung**) dürfen wir die Annahme für sehr gerechtfertigt halten, dass das Phänomen der optische Ausdruck von Flüssigkeitsbewegung im Plasma im Austausch mit der Umgebung ist, welche sich bei der allseitig gleichmässig perforirten Wand der Centralkapsel der Peripylarien, auch gleichmässig radiär vom Centrum der Kapsel nach deren gesammter Peripherie entwickeln muss.

Mit dieser Auffassung der strahligen Differenzirung harmonirt denn auch die Erfahrung, dass sowohl bei den Monopylarien wie Phaeodarien (Tripylarien) eine solche centroradiale Strahlung des Centralkapselplasmas vermisst wird. Bei den Monopylarien zeigt sich überhaupt nichts von einem derartigen Strahlungsphänomen, wenn man nicht etwa die strahlige Zeichnung des schon früher geschilderten Pseudopodienkegels hierherziehen möchte, was ich jedoch nicht für zulässig halte. Bei den tripylen Phaeodarien dagegen beobachtet man in dem Plasma unter jeder der drei Oeffnungen eine zarte, der Oeffnung zustrahlende fibrilläre Differenzirung, welche sich gegen die centrale Partie der Kapsel, die meist von zahlreichen später zu besprechenden Einschlüssen erfüllt wird, verliert. In der Oeffnung selbst verschwindet die fibrilläre Beschaffenheit, so dass das Plasma als ein homogen erscheinender Faden aus ihr hervortritt und sich in die extrakapsuläre Sarkode zertheilt.

*) Auch in den Centralkapseln jugendlicher, noch einkerniger Sphaerozoëen tritt die radiäre Streifung sehr deutlich hervor; mit der Ausbildung der Mehrkernigkeit geht sie, wie nicht unverständlich, verloren.

**) Zum Vergleich bieten sich namentlich die von Haidenhain zuerst beobachteten, ähnlichen Differenzirungen der Epithelzellen gewisser Abschnitte der Nierenkanälchen dar, weiter ähnlich gebaute Zellen der Abscheidungsorgane und der Kiemen gewisser Crustaceen, wie sie von Claus, Weismann, R. Hertwig, Grobben etc. aufgefunden wurden. Gewisse Infusorien, so Bursaria truncatella (Bütschli) Schwärmsporen von Algen (so Vaucheria) zeigen eine ganz ähnliche Differenzirung ihres Ectosarks oder ihrer sogen. Hautschicht und auch bei genuinen Pflanzenzellen wurde die gleiche Structur der Hautschicht gelegentlich beobachtet (s. Strasburger, Studien über das Protoplasma. Jenaische Zeitschr. 1876). Siehe auch Engelmann: Ueber Flimmerzellen. Pflüger's Archiv f. Physiologie Bd. XXIII. und dortselbst weitere Literatur. Hinsichtlich der Strahlungserscheinungen im Plasma sich theilender Zellen vergl. bei Bütschli, Studien (Abh. d. Senckenberg. Gesellsch. Bd. X) p. 201 des Separatabdrucks.

Im Princip scheint auch dieses Verhalten mit dem der Peripylarien übereinzustimmen, nur durch die abweichende Beschaffenheit der Kapselöffnungen modificirt zu sein. Wie bei den tripylen Phaeodarien, so wird jedoch auch bei den Peripylarien die Ausbildung der Strahlungserscheinung durch reichliche Einlagerung von Einschlüssen in das Centralkapselplasma modificirt oder undeutlich gemacht; so tritt das Phänomen recht deutlich nur bei einkernigen Exemplaren hervor, und beschränkt sich bei solchen Formen, wie den Colliden, welche reichlich Vacuolen oder Eiweisskugeln in ihrem Centralkapselplasma entwickeln, auf eine peripherische, von Einschlüssen freie Zone. Solche Fälle wie der zuletzt geschilderte könnten vielleicht mit einigem Recht eine Unterscheidung von zwei Plasmaregionen der Centralkapsel, einem strahlig differenzirten Ectosark und einem vacuolisirten Entosark befürworten, da jedoch nur selten eine so deutliche Abgrenzung zweier derartiger Regionen anzutreffen ist, so scheint kein ausreichender Grund zur Einführung derartiger Zonenunterscheidung vorzuliegen.

β. Einschlüsse des intrakapsulären Plasmas mit Ausnahme der Nuclei.

1. Nichtcontractile Vacuolen (sogen. intrakapsuläre Alveolen oder Alveolarzellen). Contractile Vacuolen, welche uns bei Rhizopoden und Heliozoën nicht selten begegneten, scheinen den Radiolarien durchaus zu fehlen. Dieselben schliessen sich auch in dieser Hinsicht den marinen Rhizopoden an. Auch nichtcontractile Flüssigkeitstropfen sind im Allgemeinen keine sehr häufigen Vorkommnisse im intrakapsulären Plasma, wenigstens treten sie nur in wenigen Abtheilungen in reichlicher Menge auf. Es ist dies der Fall bei gewissen Colliden sowie einer Anzahl ansehnlicher Phaeodarien und es scheint fast, als entwickelten sie sich namentlich bei grösseren Formen reichlich.

Häckel (16) betrachtete die z. Th. recht ansehnlichen intrakapsulären Vacuolen gewisser Collideen (Thalassolampe und Physematium, XVIII. 5, v) als wirkliche Zellen und schrieb ihnen eine besondre Membran, sowie ein dieser an- oder einliegendes, kernartiges Gebilde zu. Für Thalassolampe wenigstens hat Hertwig (28) gezeigt, dass eine solche Membran nicht vorhanden ist und dass die kernartigen Gebilde zwar wirkliche Zellkerne sind, jedoch solche, welche sich im intrakapsulären Plasma zerstreut finden und den Vacuolen nur äusserlich ankleben. Aehnlich wird es sich wohl ohne Zweifel auch bei dem Physematium verhalten*). Es scheint jedoch auch weiterhin sehr wahrscheinlich, dass ein Theil der von Häckel

*) Doch ist es sehr zweifelhaft, ob die spindel- bis stäbchenförmigen, den Vacuolen anliegenden, z. Th. jedoch auch frei im Plasma vorhandnen Gebilde auch hier als Kerne zu beanspruchen sind. Abbildung und Beschreibung spricht hierfür sehr wenig. Man könnte höchstens an eigenthümlich modificirte Theilungsstadien denken. Im Allgemeinen glaube ich jedoch, dass nach der allgemeinen Sachlage kaum ein Zweifel an der Deutung der sogen. Alveolenzellen des Physematium als einfache Vacuolen erhoben werden kann.

als constante Einschlüsse des Centralkapselplasmas erwähnten, sogen. wasserhellen Bläschen, welche ihrer Hauptmenge nach als Kerne oder in der Entwicklung begriffene Schwärmsporen zu betrachten sind, auf Vacuolenbildungen zurückgeführt werden darf. Im Speciellen gilt das Letztere für die Phaeodarien.

Bei den Colliden (Thalassolampe, Thalassicolla z. Th., Physematium) sind die Vacuolen zahlreicher entwickelt und gewöhnlich auch ansehnlicher wie bei den Phaeodarien (Aulacantha, Aulosphaera, Coelacantha, Dictyocha und Coelodendron). Die Grösse und Menge derselben wird bei ersteren z. Th. so beträchtlich, dass zwischen ihnen nur ein Maschenwerk der intrakapsulären Sarkode verbleibt und der centrale, ansehnliche Kern (das sogen. Binnenbläschen) von einer ganzen Anzahl Vacuolenlagen umhüllt wird. Daneben zeigen aber die Vacuolen häufig auch noch eine ziemlich ausgesprochen radiäre Anordnung, wobei sie peripherisch an Grösse zunehmen.

Unter der Centralkapselwand verbleibt jedoch gewöhnlich die schon oben erwähnte, vacuolenfreie, radiärstreifige Schicht*).

Bei den erwähnten Phaeodarien tritt, wie gesagt, die Vacuolisation des Centralkapselplasmas etwas zurück, sowohl an Grösse wie Zahl der Vacuolen, welche sich meist nur in wenigen Lagen um den centralen Kern finden (XXXII. 9, 9a, 11). Unterhalb der drei Oeffnungen der Centralkapselwand findet sich gewöhnlich die schon bei früherer Gelegenheit beschriebene, ziemlich vacuolenfreie, radiärstreifige (oder fibrilläre) Plasmaanhäufung.

Eigenthümlich erscheint die reiche Flüssigkeitsansammlung in der Centralkapsel einer Acanthometride (Acanthometra elastica, XXVII. 4), während die Vertreter dieser Abtheilung sonst nur selten Vacuolen aufweisen; bei der erwähnten Form aber ist dieCentralkapsel eigentlich eine ansehnliche mit heller Flüssigkeit erfüllte Blase, welche das sehr spärliche Plasma in Gestalt von Netzen durchzieht, es concentrirt sich hauptsächlich um die Stacheln und in einer netzförmigen Lage dicht unter der Kapselwand.

Während bei den Monopylarien im Allgemeinen intrakapsuläre Vacuolen kaum zur Ausbildung kommen, findet sich eigenthümlicher Weise bei der interessanten Plagiacantha eine sehr ansehnliche Vacuole im apicalen Theil der Kapsel, welche das intrakapsuläre Plasma nach dem basalen Pol zusammendrängt, so dass nur eine dünne Plasmaschicht die Apicalwand der Kapsel überzieht (XXXI. 17a). Schon Claparède erkannte dieses Verhalten der Plagiacanthakapsel und Hertwig verfolgte es genauer.

*) Nicht ohne Interesse ist es, dass das intrakapsuläre Plasma jugendlicher Thalassolampen von Hertwig ganz vacuolenfrei gefunden wurde, woraus wohl mit Sicherheit auf die allmähliche, successive Hervorbildung der Vacuolisation im Laufe des Wachsthums geschlossen werden darf. Dieselbe allmähliche Hervorbildung ergibt sich auch, wie an dieser Stelle bemerkt werden mag, für die später zu erwähnenden intrakapsulären Oelkugeln der Sphaerozoëen, auch sie werden bei jugendlichen Exemplaren noch vermisst.

Nur selten scheinen die intrakapsulären Vacuolen ihrerseits wieder Einschlüsse zu enthalten. Häckel (16) beobachtete einen solchen Fall bei einem Physematium, wo die grösseren Alveolen eine verschiedene Zahl kleiner, vacuolenartiger Gebilde, häufig aber noch eine orangerothe Oelkugel einschlossen; auch die einfachen Vacuolen enthielten häufig eine solche Oelkugel. Dunkle, fettähnliche Körnchen finden sich sehr gewöhnlich in den Vacuolen der Thalassicolla pelagica und denen der Phaeodarien. Bei den letzteren sind sie auch bisweilen zu einem Häufchen zusammengeballt und verrathen durch ihre Molekularbewegung, dass sie frei in der Vacuolenflüssigkeit suspendirt sind. Hertwig (33) hält diese Vacuolenkörnchen durchaus für Fett, ich möchte fast glauben, dass sie auch z. Th. Excretstoffe darstellen. Bei den untersuchten Phaeodarien findet man die gleichen Körnchen aber auch in dem Centralkapselplasma selbst.

2. Eiweisskugeln. In mancher Beziehung schliessen sich den beschriebnen Vacuolen auch die sogen. Eiweisskugeln an, welche bis jetzt vorzüglich bei der Thalassicolla nucleata und den Cyrtiden gefunden wurden, vielleicht jedoch ein verbreiteteres Vorkommen besitzen. Der Name Eiweisskugeln wurde diesen Einschlüssen zuerst bei Thalassicolla von A. Schneider (13) gegeben. Es sind mehr oder minder ansehnliche, durchsichtige, hyaline Kugeln, z. Th. von mattglänzendem Aussehen (XVIII. 1b, 1d, ve). Nach dem Ausfliessen des Plasmas vergehen sie leicht, besitzen keine besondre Hülle und bestehen ohne Zweifel aus einer ziemlich flüssigen Substanz, welche nur einen geringen Procentsatz gelöster oder gequollener fester Stoffe enthält. Bei der Einwirkung Gerinnung hervorrufender Agentien findet man nämlich häufig ein deutliches peripherisches Gerinnungsprodukt in Gestalt eines Bläschens an Stelle der früheren Eiweisskugel vor (Thalassicolla, Hertwig 28).

Meist finden sich die Eiweisskugeln, wenn sie überhaupt vorhanden, recht reichlich vor, so dass sowohl bei Thalassicolla nucleata wie gewissen Cyrtiden das Protoplasma zwischen ihnen spärlich vorhanden ist. Bei den letztgenannten Formen wurden in den Eiweisskugeln bis jetzt keine Einschlüsse getroffen; bei der Thalassicolla dagegen enthalten sie gewöhnlich verschiedenartige Einschlüsse, doch finden sich die gleichen Einschlüsse meist auch frei im Protoplasma. Zunächst begegnen wir auch hier wieder ungefärbten Oelkugeln (XXVIII. 1d, oe), welche in Ein- bis Dreizahl in den Eiweisskugeln anzutreffen sind. Weiterhin jedoch auch sehr eigenthümlichen und ziemlich verschiedenartig gestalteten Concretionen. Die chemische Natur derselben ist bis jetzt nicht sicher ermittelt, doch dürfte es sich wahrscheinlich um Concretionen eines Kalksalzes, welche unter dem Einfluss eiweissartiger Substanz gebildet wurden, handeln. Es scheint dies namentlich deshalb wahrscheinlich, weil dieselben durchaus mit den verschiedenen Kalkconcretionen übereinstimmen, welche

Harting*) unter dem Einfluss eiweissartiger, thierischer Substanzen künstlich dargestellt hat (s. Taf. I. Fig. 5a—d). Kohlensaure Verbindungen gehen jedoch nicht in ihre Bildung ein, da sie mit Säuren nicht brausen, sich jedoch lösen (z. Th. sogar schon in Essigsäure), auch in Alkalien sind sie löslich.

Ihrer Bildung nach erscheinen diese Concretionen als platte oder biconvexe kreisrunde oder ovale Scheiben mit deutlicher concentrischer Schichtung. Häufig trifft man jedoch auch bisquitförmige mit entsprechend gestalteter Schichtung um zwei dicht zusammenliegende Centralpunkte. Auch vierfache, kreuzförmige finden sich, sowie sechsstrahlige und mannigfache weitere Modificationen, deren eingehendere Besprechung ohne Interesse erscheint. Ihr Aussehen ist bald mehr weisslich, bald dagegen bläulich-schwarz.

Zuweilen, jedoch selten wie es scheint, treten auch langgestreckte spiessige Krystalle in den Eiweisskugeln auf, welche drusenartig um ein Centrum gruppirt sind, meist mit deutlich doppelbüscheliger Anordnung. Häufiger als solche Krystalle sind dagegen als letzte Form von Einschlüssen noch feine, dunkle Körnchen vorhanden, welche sich entweder peripherisch wie ein feiner Niederschlag finden oder aber im Innern der Eiweisskugel ein Häufchen bilden.

Hervorzuheben dürfte noch sein, dass bei Thalassicolla die innersten, um das sogen. Binnenbläschen gelegnen Eiweisskugeln gewöhnlich frei von Einschlüssen sind. Erst in einiger Entfernung vom Centrum beginnen die Kugeln mit Einschlüssen (XVIII. 1 b). Gewisse Wahrnehmungen legen die Vermuthung nahe, dass die Eiweisskugeln in ziemlich naher Beziehung zu den nächstfolgend zu besprechenden Einschlüssen des Centralkapselplasmas stehen, nämlich den

3. Oelkugeln. Feinere Fett-Körnchen oder -Tröpfchen sind im Centralkapselplasma sehr verbreitet, wie schon bei verschiedenen Gelegenheiten betont wurde. Daneben treffen wir jedoch bei zahlreichen Formen auch ansehnlichere Fetttropfen oder Oelkugeln an, welche noch einige Aufmerksamkeit beanspruchen.

Meist sind diese Oelkugeln ungefärbt, doch finden sie sich auch, wie bei Heliozoën und Rhizopoden, gelegentlich in verschiedner Färbung vor. Rosarothe bis dunkelrothe sowie gelbe Kugeln kommen manchmal vor. Hinsichtlich ihrer Verbreitung herrschen natürlich vielerlei Verschiedenheiten, doch werden sie wohl bei keiner Abtheilung gänzlich vermisst. Besonders häufig begegnet man aber grösseren Oelkugeln bei gewissen Abtheilungen. So gewöhnlich den Colliden, bei welchen sie z. Th. schon früher erwähnt wurden, weiterhin jedoch ganz constant, wenigstens bei erwachsenen Exemplaren, unter den Sphaerozoëen (XVIII. 6, oe); den Acanthometreen kommen sie gleichfalls nicht selten zu und

*) Harting. Rech. de morphol. synthét. Naturk. Verh. d. Kon. Akad. Deel XIV.

fehlen auch den Sphaeroideen nicht, besonders reichlich sind sie häufig bei den Disciden und namentlich auch den spongiösen Sphaeroideen, den Spongosphaeriden und -disciden. Auch die Monopylaria, namentlich die Cyrtida, enthalten fast stets grössere Oelkugeln, wogegen sie bei den bis jetzt genauer erforschten Phaeodarien nicht häufig zu sein scheinen.

Meist sind gleichzeitig eine grössere Anzahl Oelkugeln durch die intrakapsuläre Sarkode zerstreut. Bei gewissen Colliden (Thalassicolla zum Theil) beschränken sie sich jedoch auf eine Zone dicht unter der Centralkapselwand. Bei manchen Disciden (Euchitonia, Stylodyctia zum Theil) findet sich in jedem Ringabschnitt der Scheibe eine Einlagerung zahlreicher Oelkugeln, so dass dieselben, namentlich wenn sie lebhaft gefärbt sind, als ringförmige Bänder hervorleuchten. Bei gewissen Radiolarien ist jedoch die Zahl der Kugeln beschränkt. So zeichnet sich die erwachsene Thalassolampe primordialis Hertw. durch den Besitz einer einzigen ansehnlichen strohgelben Oelkugel aus und ebenso finden wir bei den Sphaerozoëen meist nur eine einzige centrale und gewöhnlich sehr ansehnliche (bis die Hälfte des Kapseldurchmessers erreichende) Kugel, seltner dagegen mehrere.

Auch bei den Monopylaria ist ihre Zahl gewöhnlich nicht sehr erheblich; bei einfacheren Formen (Lithocircus) findet sich z. Th. nur eine; zwei, auf beide Hälften der Kapsel vertheilt, bei den Zygocyrtida z. Th., zahlreicher sind sie gewöhnlich bei den Cyrtida. Bei letzteren sind sie meist in die früher geschilderten Lappen der Centralkapsel eingelagert. Nicht selten enthält jeder der drei oder vier Lappen eine ansehnliche Oelkugel, zuweilen jedoch auch mehrere, zwei, drei, bis ziemlich zahlreiche.

Nicht immer scheint die Substanz der Oelkugeln ausschliesslich Fett zu sein, wenigstens deuten die Beobachtungen Hertwig's (28), an denen der Sphaerozoëen darauf hin, dass sich noch ein eiweissartiges Substrat der Kugel findet. Wenn nämlich, wie dies späterhin genauer zu schildern sein wird, ein allmählicher Verbrauch der Oelkugeln bei der Fortpflanzung eintritt, bleiben an ihrer Stelle durchsichtige, eiweissartige Kugeln zurück, welche den schon beschriebnen Eiweisskugeln ähnlich sind. Hertwig vermuthet daher auch, dass wenigstens die Oelkugeln der Sphaerozoëen durch reichlichere Fettbildung aus Eiweisskugeln hervorgegangen sind. Inwiefern sich eine solche Auffassung auf sämmtliche Oelkugeln ausdehnen lässt, bedarf zuvörderst noch weiterer Aufklärung.

Joh. Müller und Häckel glaubten, dass die functionelle Bedeutung der Oelkugeln vorwiegend eine hydrostatische sei, welche auf Verringerung des specifischen Gewichtes und deshalb auf erhöhte Schwimmfähigkeit hinziele. Im Gegensatz hierzu betrachtet sie Hertwig vorzugsweise als aufgespeichertes Nährmaterial, welches hauptsächlich bei der Fortpflanzung zur Verwerthung gelange. Die Gründe hierfür werden sich späterhin, bei Betrachtung der Fortpflanzungs-

erscheinungen ergeben. Natürlich schliesst jedoch diese Hauptfunction der Oelkugeln die ersterwähnte nicht aus, indem diese ja eine nothwendige Folge ist, wenn überhaupt die Oelkugeln, wie sehr wahrscheinlich, ein niederes specifisches Gewicht besitzen.

4. Pigmente gehören zu den häufigsten Einschlüssen des Centralkapselplasmas, so dass im Allgemeinen relativ selten ganz farblose Kapseln angetroffen werden. Kurz sei nochmals betont, dass auch bei den Radiolarien die Färbung der Kapseln niemals dem Protoplasma selbst anzugehören scheint, sondern stets von eingelagerten Pigmenten herrührt. Diese reichliche Pigmentirung erinnert an die gleichen Verhältnisse bei den marinen Rhizopoden und auch in Bezug auf den Farbenton der Pigmente, sowie darin, dass dieselben vorzüglich in dem Centraltheil des Weichkörpers ihren Sitz haben, verräth sich eine gewisse Uebereinstimmung mit den marinen Rhizopoden. Abgesehen von dem seltnen Vorkommniss gefärbter Oelkugeln, sind es feinkörnige Pigmente oder auch kleine Pigmentbläschen, welche nach Häckel (16) die Färbung der Centralkapsel bedingen. Hinsichtlich des Baues dieser sogen. Pigmentbläschen kann ich jedoch keine rechte Aufklärung aus den seitherigen Untersuchungen entnehmen. Es scheint mir nicht unwahrscheinlich, dass ein beträchtlicher Theil der Pigmente fein vertheiltes, gefärbtes Fett sein dürfte, da eigene Untersuchungen mariner Rhizopoden mich seither belehrt haben, dass die rothen und braunen Pigmente derselben diese Natur besitzen. Auch dürfte sich vielleicht für die röthlichen und braunen Pigmente der Radiolarien dieselbe Uebereinstimmung mit Diatomin ergeben, welche wir schon bei den Rhizopoden zu constatiren hatten.

Der Farbenton der Pigmente bewegt sich auch hier vorzugsweise in Nüancen von gelb, roth und braun, welche in grösster Mannigfaltigkeit vertreten sind, namentlich das Roth. Dies geht jedoch zuweilen auch ins Orangerothe und Violettrothe über. Von hier aus finden sich denn auch Uebergänge zu blau, selten sind dagegen tiefblaue bis schwarzblau pigmentirte Kapseln. Weiter schliessen sich hieran grünlichblaue bis rein grasgrüne und olivengrüne Pigmentirungen. Auch die braunen Töne werden zuweilen sehr dunkel, ja im durchfallenden Licht schwärzlich, im auffallenden dagegen weisslich.

Nicht immer ist die Kapsel durchaus gleichmässig pigmentirt; so häuft sich bei den Acanthometriden das Pigment hauptsächlich im Centrum der Kapsel an, so dass dieselbe peripherisch lichter bis ganz ungefärbt erscheint.

Auch Combinationen zweier Farbentöne sind anzutreffen, jedoch nur selten, namentlich zuweilen gleichzeitig rothe und gelbe Pigmentirung in verschiedenartiger Vertheilung durch den Kapselinhalt.

Gewöhnlich findet sich das feinkörnige Pigment gleichmässig im Plasma vertheilt. Bei den Acanthometriden jedoch gruppiren sich die Körnchen zum Theil zu kleinen Häufchen zusammen und an solche Vorkommnisse sollen sich weiterhin genuine, von gelblichem bis bräunlichem

Pigment erfüllte Zellen anschliessen, welche sehr gewöhnlich in der Centralkapsel der Acanthometriden angetroffen werden.

Es sind dies kleine, von einer plasmatischen Grundmasse gebildete, kreisrunde bis ovale und häufig abgeplattete Gebilde, deren Contour nicht selten so scharf ist, dass Hertwig (33) bei einem Theil derselben die Existenz einer Membran vermuthet (XXVII. 5a, gz). Der Leib dieser sogen. Zellen ist entweder gleichmässig von dem feinkörnigen Pigment durchsetzt oder dasselbe ist hauptsächlich in der Rindenzone angehäuft. Besonders wichtig erscheint, dass Hertwig in ihnen gewöhnlich einen tingirbaren kernartigen Körper beobachtete, und sich deshalb, wie schon früher Häckel, für die Zellennatur dieser Gebilde erklärte. Häckel (16) gibt an, dass er zuweilen auch Theilungsformen mit zwei Kernen beobachtet habe. Hertwig ist der Ansicht, dass sich diese Pigmentzellen in der Centralkapsel selbst entwickelten, also nicht etwa wie die gewöhnlichen extrakapsulären, gelben Zellen als parasitische Eindringlinge betrachtet werden könnten; auch will er zuweilen Entwicklungsstufen beobachtet haben, welche aus einem Kern mit umgebendem, schmalem Plasmahof, dem wenige Pigmentkörnchen eingelagert waren, bestanden.

Echte Zellen, welche in der Centralkapsel der Radiolarien, auf endogenem Weg gebildet werden, sind jedenfalls eine sehr auffallende Erscheinung, namentlich wenn wir berücksichtigen, dass Aehnliches von anderweitigen Protozoën durchaus nicht bekannt ist. Ohne daher an der Richtigkeit der Beobachtungen über diese Pigmentzellen der Acanthometriden zu zweifeln, müssen wir es doch für nicht unwahrscheinlich halten, dass weitere Forschung über diese merkwürdige Anomalie befriedigendere Aufklärung ertheilen wird, sei es in dem Sinne, dass es sich vielleicht doch nicht um wirkliche Zellen handelt, sei es dagegen, dass die fraglichen Gebilde ebenso wie die extrakapsulären gelben Zellen dem Radiolarienorganismus ursprünglich fremd sind, oder in irgend einer anderen Weise.

Das Gleiche gilt wohl auch unzweifelhaft von gewissen anderen angeblichen Zellengebilden, welche sich in der intrakapsulären Sarkode einer Collide, dem Physematium, finden, den sogen. centripetalen Zellgruppen.

Wir werden aus diesem Grunde gleich hier über diese zuerst von A. Schneider (13), später von Häckel studirten Gebilde kurz berichten. Schneider hielt diese eigenthümlichen Gruppen zellähnlicher Gebilde, welche sich in der peripherischen Zone der Centralkapsel, dicht unter deren Wand finden, für Theile, welche den sogen. Nestern, d. h. den Centralkapseln der koloniebildenden Sphaerozoëen vergleichbar seien (XVIII. 5, z). Häckel (16) suchte dagegen festzustellen, dass jedes der drei bis neun keilförmig sich nach aussen erweiternden Stücke eines solchen Nestes oder einer solchen Gruppe eine echte Zelle sei, deren Zellnatur sich schon „auf den ersten Blick" deutlichst ergebe. Die zahlreichen Gruppen dieser Zellen sind in regelmässigen Abständen in der äusseren Region der

Centralkapsel vertheilt und genau radial geordnet. Die sie zusammensetzenden hellen Zellen, welche dicht zusammengelagert sind, spitzen sich centralwärts zu, wie natürlich auch die ganze Gruppe, besitzen je einen deutlichen Zellkern und eine deutliche Membran. Peripherisch fassen die Zellen einer Gruppe gewöhnlich eine gefärbte oder ungefärbte Oelkugel zwischen sich. Die centralen Enden der Zellen sollen wahrscheinlich nicht geschlossen sein, sondern ihr hier zu einem Strang zusammenfliessendes Protoplasma soll direct in das zwischen den zahlreichen Vacuolen des Physematium sich ausbreitende, intrakapsuläre Protoplasma übergehen. Auch vermuthet Häckel eine peripherische Communication des Plasmas der centripetalen Zellen durch die Centralkapselwand mit der extrakapsulären Sarkode, weil letztere über jeder Zellgruppe hügelartig angehäuft ist.

Ohne erneute Untersuchungen dürfte es sehr schwer sein, über die Bedeutung dieser sogen. centripetalen Zellen des Physematium eine Meinung zu äussern. Allgemeine Ueberlegungen machen es mir wenig wahrscheinlich, dass es sich um wirkliche Zellen handelt. Vielleicht liesse sich vermuthen, dass es ähnliche radiäre Differenzirungen der äusseren Plasmaregion der Centralkapsel sind, wie wir sie ja bei den Peripylarien so häufig trafen, hiermit würde auch in Einklang stehen, dass ihr Plasma centralwärts in das der Centralkapsel übergeht. Vielleicht beschränkt sich bei Physematium die Bildung keilförmiger Radialstücke auf gewisse, regelmässig vertheilte Stellen der peripherischen Zone, über welchen ja auch schon Häckel Communication mit der extrakapsulären Sarkode vermuthet*).

5. Concretionen und Krystalle. Beiderlei Arten von Einschlüssen begegneten wir schon früher in den Eiweisskugeln der Thalassicolla nucleata, sie fanden sich bei dieser Form jedoch z. Th. auch frei in dem Plasma vor und hier findet man sie zuweilen auch bei anderen Radiolarien. Concretionen sind im Ganzen recht selten, doch bei einzelnen Formen aus verschiedenen Abtheilungen getroffen worden. Meist sind sie länglich bis bisquitförmig und gewöhnlich in geringer Zahl vorhanden (XIX. 1, c). Ihre chemische Natur ist nicht weiter erforscht; worauf sich die Angabe Mivart's (30, p. 142), dass die Concretionen der Radiolarien (auch die von Thalassicolla nucleata) aus Leucin und Tyrosin beständen, gründet, ist mir unklar; er hält es auch für möglich, dass sie unverdaute Reste der Nahrung seien.

Freie Krystalle in dem Centralkapselplasma sind recht häufig bei den Sphaerozoëen, jedoch keine constanten Vorkommnisse bestimmter Gattungen oder Arten, sondern scheinen ziemlich bei allen Formen mehr oder minder häufig aufzutreten. Meist erfüllen sie das Centralkapselplasma dann in sehr reichlicher Menge. Am deutlichsten ausgebildet und grössten sind die der Collosphaera Huxleyi, wo sie

*) Nach Häckel (16, p. 257) lässt die Centralkapselmembran keine Porenkanäle erkennen.

namentlich J. Müller schon sehr genau studirte. An Zahl und Grösse wechseln sie hier sehr, sind deutliche rhombische Prismen mit zwei Paar Domenflächen als Zuspitzung der Enden und sollen sich in der Krystallform schwefelsaurem Strontium oder Baryum sehr nähern (XIX. 5b, 5d). Hiermit stimmt auch ihre Schwerlöslichkeit in starken Mineralsäuren und Alkalien überein. Dennoch fehlt bis jetzt ein sicherer Anhalt zur Beurtheilung ihrer chemischen Natur. Bei den übrigen Sphaerozoëen sind, wie gesagt, Kryställchen ebenfalls nicht selten anzutreffen, jedoch stets kleiner und weniger deutlich ausgebildet, stäbchen- bis wetzsteinförmig, d. h. etwa spindelförmig mit zwei parallelen planen Flächen parallel der Längsaxe (XVIII. 6k, 6l). Die letzterwähnte Krystallbildung erlangt aber ein besonderes Interesse dadurch, weil sie mit der Fortpflanzung in Zusammenhang steht; wie wir später sehen werden, entwickeln sich die Kryställchen bei der Vorbereitung zur Fortpflanzung ungefähr in Zahl der späteren Schwärmer (d. h. auch der Kerne der Centralkapsel) und je ein solches Kryställchen wird in den Leib eines Schwärmers aufgenommen*). Dies gilt jedoch nicht für die erst geschilderten, ansehnlicheren Krystalle der Collosphaera, vielmehr sind es auch hier kleine Kryställchen, ähnlich denen der übrigen Sphaerozoëen, welche in die Schwärmerbildung eingehen. Die ersteren dagegen bleiben in der entleerten Centralkapsel zurück.

γ. Die Nuclei.

1. Lagerung im Radiolarienkörper und Zahl der Nuclei. Alle sicheren Beobachtungen weisen darauf hin, dass die Kerne des Radiolarienkörpers ihre Lage ausschliesslich im Centralkapselplasma finden. Nur bei einem später zu besprechenden, jedoch noch zweifelhaften Fortpflanzungsact scheint es, dass in irgend einer Weise Kerne auch in die extrakapsuläre Sarkode gelangen. Diese Erscheinung bestätigt dann von Neuem die schon mehrfach hervorgehobne Ansicht, dass die Centralkapsel mit ihrem Inhalt den Haupttheil oder den eigentlichen Grundstock des Radiolarienkörpers bilde.

Häckel (16) wollte zwar bei gewissen (namentlich jugendlichen) Colliden auch im extrakapsulären Protoplasma zahlreiche Kerne gefunden haben, doch wurde dies durch die späteren, genaueren Untersuchungen nicht bestätigt, so dass wir, da die Untersuchungen Häckel's bezüglich der Kernverhältnisse der Radiolarien überhaupt grosse Unsicherheit darbieten, an dem oben ausgesprochnen Satze festzuhalten berechtigt sind. Erst die Beobachtungen Hertwigs klärten die Kernverhältnisse unsrer Protozoën in erwünschter Weise auf. Danach waren schon den frühesten Beobachtern die z. Th. recht grossen Kerne gewisser Radiolarien auf-

*) Nach Hertwig sind diese wetzsteinförmigen Kryställchen unlöslich in Säuren und Alkalien, erhalten jedoch durch deren Einwirkung runzlige Contouren. Kanten und Ecken seien überhaupt nie scharf, sondern abgerundet. Hertwig neigt sich der Ansicht zu, dass diese Krystalle aus einer organischen Substanz bestehen.

gefallen, so Huxley, wie später J. Müller und Häckel. Das sogen. Binnenbläschen der beiden letzterwähnten Forscher, welches Huxley seiner Zeit schon als „Kern" bezeichnete, ergab sich nach den neueren Erfahrungen als ein echter Zellkern. Auch die zahlreichen kleinen Kerne gewisser Formen blieben nicht unbekannt, schon J. Müller beobachtete sie gelegentlich, bezeichnete sie jedoch als kleine Zellen, wogegen sie Häckel weit verbreitet auffand und gewöhnlich wasserhelle Bläschen nannte, doch z. Th. wohl auch richtig als sogen. Sarkodekerne in Anspruch nahm. Schon früher wurde jedoch hervorgehoben, dass unter der Bezeichnung „wasserhelle Bläschen" von Häckel auch noch anderweitige Einschlüsse des Centralkapselplasmas begriffen wurden.

Deutlicher als wir dies bei den schon besprochnen beiden Abtheilungen der Sarkodinen nachzuweisen vermochten, zeigen uns die Radiolarien eine mit dem Alter fortschreitende Kernvermehrung. Wir hatten bei den Rhizopoden und Heliozoën gleichfalls Gelegenheit, auf das häufige Vorkommen mehr- bis vielkerniger Zustände hinzuweisen und vermochten namentlich bei den Heliozoen das Hervorgehen dieser Zustände aus ursprünglich einkernigen zu verfolgen. Aehnlich einzelnen Formen der letzterwähnten Abtheilung (z. B. Actinosphaerium) verhalten sich nun auch zahlreiche Radiolarien und auch viele Rhizopoden dürften ähnliches bieten, doch ist auf letzterem Gebiet die Untersuchung noch sehr zurück.

Aus der gewöhnlichen Fortpflanzungsweise der Radiolarien durch Zerfall des Gesammtkörpers in eine grosse Anzahl einkerniger Schwärmsprösslinge dürfen wir schliessen, dass ein einkerniger Jugendzustand der Ausgangspunkt für sämmtliche Angehörige unsrer Gruppe ist. Dieser einkernige Zustand erhält sich bei der Mehrzahl der Radiolarien die grösste Zeit des Lebens hindurch und macht erst mit Beginn der Fortpflanzungsperiode einem mehrkernigen Platz; so ist es bei den Colliden, den Sphaerideen, den Monopylarien und Phaeodarien. Bei den Sphaerozoëen und Acanthometreen hingegen entwickelt sich die Mehrkernigkeit sehr frühzeitig, wovon nur gewisse Gattungen der letzteren eine Ausnahme bilden, so dass also der mehr- oder vielkernige Zustand bei den beiden letztgenannten Abtheilungen als gewöhnlicher Befund erscheint, dagegen einkernige Jugendzustände relativ selten angetroffen werden.

Natürlich zeichnet sich der einfache Kern der ersterwähnten Abtheilungen oder der Jugendformen der letzterwähnten durch seine relativ und meist auch absolut sehr ansehnliche Grösse aus. Dieser einfache Kern, das sogen. Binnenbläschen der Autoren vor Hertwig, erreicht sehr häufig die Hälfte des Kapseldurchmessers, ja nicht selten mehr; namentlich die Phaeodarien besitzen gewöhnlich einen besonders ansehnlichen Nucleus, der bis $^2/_3$, ja $^3/_4$ des Kapseldurchmessers erreicht. Auch der noch einfache Kern jugendlicher Acanthometriden erreicht z. Th. eine ähnliche Grösse. Bei der früher oder später eintretenden Kernvermehrung scheint im Allgemeinen die Regel Gültigkeit zu besitzen, dass die zahlreichen

Kerne kleiner sind wie der ursprüngliche einfache und dass Zahl und Grösse der Kerne in umgekehrtem Verhältniss stehen. Dies schliesst jedoch nicht aus, dass die Gesammtmasse der zahlreichen Kerne die des ursprünglichen beträchtlich übertrifft, indem nicht nur eine einfache Zerlegung des letzteren in zahlreiche Sprösslinge eintritt, sondern diese letzteren auch bis zu gewissem Grade weiter wachsen. Doch können wir diese Vermehrungserscheinungen erst später genauer verfolgen.

Zahlreiche kleine Kerne sind in der Regel ziemlich gleichmässig durch den Inhalt der Centralkapsel zerstreut; bei Acanthometriden finden sie sich jedoch, wenn noch in geringerer Anzahl vorhanden, gewöhnlich in einer peripherischen Zone gelagert.

Der in Einzahl vorhandne, grosse Kern oder das sogen. Binnenbläschen liegt im Centrum der Kapsel. Bei den Acanthometriden, wo dieses Centrum von dem Stachelkreuz des Skeletes eingenommen wird, beeinträchtigt dies natürlich Lage und Form des einfachen Kernes der Jugendformen. Derselbe schiebt sich hier zwischen die centralen Ursprünge der Stacheln hinein und nimmt dabei gewöhnlich eine mehr oder minder unregelmässig gelappte Form an.

Bei allen übrigen einkernigen Radiolarien wird natürlich der Kern in seiner centralen Lage durch die Skeletbildung nicht gehindert. Dagegen tritt der fast stets einfache, centrale Kern der Sphaerideen häufig in eine nähere Beziehung zu den innersten Gitterkugeln des Skelets, indem er eine oder mehrere derselben in sich aufnimmt. Ohne Zweifel ist dies eine erst secundär zur Ausbildung gelangte Erscheinung, welche ähnlich wie die Umschliessung innerer Skeletschalen durch die Kapsel dadurch entstand, dass der ursprünglich innerliche Kern durch die Maschen der Markschale hervorwuchs und sich schliesslich durch Zusammenfliessen dieser Auswüchse wieder zu einem einheitlichen Kern gestaltete, der nun die Markschale einschloss. In gleicher Weise kann dieser Durchwachsungsprocess sich dann noch auf weitere äussere Schalen erstrecken.

Ein Stadium dieses Durchwachsungsprocesses wurde bei gewissen Formen beobachtet; so tritt bei Tetrapyle und Lithelius der Kern mit lappigen Fortsätzen durch die Markschale hindurch. Ob dies Verhalten jedoch wirklich einen dauernden Zustand repräsentirt, scheint mir speciell für die letztgenannte Form zweifelhaft*).

Bei dreikugligen Ommatiden, wie Haliomma und Actinomma umschliesst der Kern so die innerste oder Markschale (XXI. 1, 2); bei Spongosphaera umwächst er bei älteren Thieren auch noch die folgende Gitterkugel.

Auch bei den Disciden geht die Umwachsung der inneren Schalen durch den Kern noch weiter, er kann hier noch die zweite und dritte

*) Dies geht auch sicher aus der Schilderung, welche Hertwig von den Kernverhältnissen seiner Stylodyctia arachnia entwirft, hervor, da diese sicher keine Stylodyctia und überhaupt keine Discide, sondern ein Lithelius ist.

Schale vollständig erfüllen (XXIV. 11) und man findet häufig Mittelstadien dieses Durchwachsungsprocesses. Im Ganzen sind jedoch bis jetzt die Kernverhältnisse dieser Abtheilung nur sehr ungenügend studirt.

Bei den einfacheren Monopyleen liegt der einzige Kern meist etwas excentrisch in der Centralkapsel, was hauptsächlich auf die Entwicklung des ansehnlichen Pseudopodienkegels zurückzuführen ist, der ihn aus dem Centrum verdrängt (XXVIII. 8, 9a). Noch mehr tritt jedoch die excentrische Lage zum Theil bei den Cyrtiden hervor, indem der Kern hier im Apicaltheil der Centralkapsel, welcher bekanntlich im Köpfchen eingeschlossen bleibt, eingelagert ist und entweder gar nicht in die basalen Lappen der Kapsel eintritt oder kurze lappenförmige Auswüchse in die Kapsellappen treibt (XXIX. 12b, 13b). Bei Carpocanium Hck. sendet er derartige Auswüchse nicht in die drei Hauptlappen, sondern in die schon früher erwähnten peripherischen, kleineren Seitenlappen (XXXI. 13b).

2. Bauweise der Kerne und ihre Vermehrungsvorgänge. Hinsichtlich seiner Bauweise bietet der zuweilen sehr ansehnliche einfache Kern der aufgezählten Abtheilungen z. Th. sehr interessante Verhältnisse dar; wir werden daher zunächst einen Blick auf die Ausbildung dieses einfachen Kernes oder Binnenbläschens werfen und betonen zuvor, dass er bei einer und derselben Form durchaus nicht stets die gleiche Bildung aufweist, sondern nicht selten merkwürdige Umwandlungen durchmacht, welche wohl theilweise mit der schliesslichen Kernvermehrung in Zusammenhang stehen.

Eine deutliche Membran scheint dieser Kern stets aufzuweisen. Wenn dieselbe auch bis jetzt in einigen Fällen nicht sicher erwiesen werden konnte, so tritt sie doch meist sehr deutlich hervor, ja weist bei gewissen Formen Modificationen auf, welche für Kerne recht ungewöhnlich erscheinen.

Bei grösseren einfachen Kernen (so denen einer Anzahl Colliden) ist die Kernmembran zuweilen ziemlich dick und derb, so dass sie deutlich doppelt contourirt erscheint und erweist sich sogar ähnlich wie die Kapselmembran von dichtstehenden feinen Porenkanälen durchbohrt, wenn es erlaubt ist, die feine Punktirung der Membran in der Flächenansicht und ihre zarte radiäre Strichelung auf dem optischen Schnitt in dieser Weise zu deuten. Letzterwähnte Structurverhältnisse sind namentlich bei Physematium (Schneider, Häckel), sowie bei Thalassolampe (Häckel, Hertwig) deutlich zu beobachten, weniger sicher dagegen bei Thalassicolla nucleata (Hertwig).

Durch derbe Beschaffenheit zeichnet sich auch die Kernmembran der Etmosphaerida unter den einfacheren Sphaerideen aus, und erweist sich namentlich noch dadurch eigenthümlich, dass ihre Oberfläche dicht mit höckerartigen Erhebungen bedeckt ist, welche eine ziemlich regelmässig alternirende Anordnung besitzen (XIX. 16, n).

Die merkwürdigsten Verhältnisse bietet die Kernmembran bei gewissen Entwicklungsstadien einfacher Kerne jugendlicher Acanthometriden dar, jedoch sind die von Hertwig hier beobachteten Erscheinungen bis jetzt

noch nicht ganz überzeugend aufgeklärt (XXVII. 4a—b). Als wahrscheinlichste Deutung der eigenthümlichen Befunde ergibt sich folgende. Die Kernmembran hat sich an einem gewissen Punkt der Kernoberfläche, welcher stets an dem von dem Stachelkreuz des Skeletes abgewendeten, peripherischen Umfang des Kernes liegt, zu einem sackförmigen Gebilde in das Kerninnere eingestülpt und legt sich dem auf diesem Stadium vorhandnen einfachen, ansehnlichen Nucleolus dicht an. An der Einstülpungsstelle zeigt dieser Sack radial um die Einstülpungsstelle gestellte Faltungen, weiter nach Innen dagegen bildet er zahlreiche circuläre Falten bis zum Nucleolus hin, welche ihm ein sehr merkwürdiges Aussehen verleihen.

Die Beobachtung gewisser Entwicklungsstadien macht es wahrscheinlich, dass die obige Erklärung der eigenthümlichen Erscheinung wirklich begründet ist. Wie jedoch schon bemerkt, ist diese eigenthümliche Modification der Membran eine vorübergehende, welche sich aus der einfachen Membran jugendlicher Kerne hervorbildet und später wieder verloren geht.

Nachdem wir im Vorstehenden die Eigenthümlichkeiten der Kernmembran kurz betrachtet haben, wollen wir jetzt ebenso den Inhalt der einfachen Kerne näher verfolgen. Da dieser jedoch bei einer und derselben Form auf verschiednen Entwicklungsstufen recht verschieden erscheint, so dürfte es sich im Allgemeinen empfehlen, die Verhältnisse bei den einzelnen Typen speciell zu schildern. Zuvor überblicken wir jedoch kurz die wichtigsten bis jetzt beobachteten Kernformen. Wie schon erwähnt, ist der homogene Kern die ursprünglichste Entwicklungsstufe, welche sich auch bei einer Reihe Formen dauernd oder doch die längste Zeit des Lebens hindurch erhält. Der Inhalt des Kernes wird in solchen Fällen von einer ganz homogen erscheinenden oder auch feinkörnigen, stärker wie das umgebende Plasma tingirbaren Substanz gebildet (XX. 5b, XXI. 1u. 2). In dieser treten nun aber häufig stärker verdichtete und intensiver tingirbare Inhaltskörper oder Nucleoli auf, und zwar in sehr verschiedner Zahl, Grösse und Gestaltung. Weiterhin bildet sich jedoch auch nicht selten der bei Rhizopoden und Heliozoën schon mehrfach besprochne bläschenförmige Zustand des Kernes aus und zwar wohl in der Weise, dass sich die ursprünglich gleichmässig durch das Innere des Kernes vertheilte Substanz der homogenen Kerne in einen centralen, häufig beträchtlich verdichteten Theil oder Nucleolus und eine peripherische Zone oder die Kernrinde sondert, zwischen welchen sich eine helle Zone von sogen. Kernsaft ausbildet. Solche bläschenförmigen Kerne sind bis jetzt namentlich bei den einfacheren Monopylarien, sowie bei Jugendzuständen der Acanthometriden beobachtet worden (XXVII. 8a, XXVIII. 8, 9, 9a). Bei den ersteren sind sie den schon früher besprochnen bläschenförmigen Kernen der Rhizopoden und Heliozoën am ähnlichsten, da von einer Kernrindenschicht nichts deutliches zu beobachten ist.

Schliesslich tritt bei einem Theil der Phaeodarien auch die netzförmige Ausbildung des Kerninhalts mit eingelagerten Kernkörpern hervor, welche ja bei Gewebezellen so weit verbreitet ist (XXXII). Nicht ohne Berechtigung

dürfte angesichts dieser Erfahrung die Frage erscheinen, ob nicht auch die sogen. homogenen Kerne, speciell die mit feinkörniger Kernsubstanz, zum Theil eine solch netzförmige Structur besitzen, welche wegen ihrer Feinheit oder wegen ungeeigneter Untersuchungsmethode nicht deutlich wurde.

Bei den Sphaeroideen wurden bis jetzt, wenn überhaupt, nur relativ wenige, dagegen ziemlich ansehnliche Nucleoli in der feinkörnigen Kernsubstanz gefunden, von gewöhnlich rundlicher Gestalt. Meist waren dieselben ganz homogen, zuweilen jedoch enthielten sie einige kleine Vacuolen in ihrem Inneren. Nicht ohne Interesse erscheint, dass bei einigen hierhergehörigen Formen eine radiärstreifige Beschaffenheit des peripherischen Theiles des Kerninhalts ziemlich deutlich hervortrat. Bei den Phaeodarien fanden sich gewöhnlich recht zahlreiche, jedoch ziemlich kleine und z. Th. recht unregelmässig gestaltete Nucleoli, welche bei netzförmiger Ausbildung des Kerninhalts in den Knoten der Netzmaschen eingelagert sind. Die unregelmässige Gestaltung mancher Nucleoli brachte Hertwig auf die Vermuthung, dass dieselben vielleicht amöboid beweglich seien.

Merkwürdig wechselnde Verhältnisse bieten die Nucleoli gewisser Colliden, speciell der in dieser Hinsicht ziemlich eingehend studirten Thalassicolla nucleata dar. Die verschiednen beobachteten Zustände stehen ohne Zweifel in einem gewissen Zusammenhang, den Hertwig festzustellen suchte (28). Der ganze Entwicklungsprocess zielt nach ihm auf die Erzeugung zahlreicher kleiner Kerne hin, welche bestimmt sind, zu den Kernen der Schwärmsprösslinge zu werden. Der einfache Kern der Thalassicolla nucleata, neben welchem sich noch keine kleinen Sprösslingskerne im Kapselplasma gebildet haben, ist entweder ganz frei von Nucleoli oder enthält einen ansehnlichen strangförmigen und unregelmässig verästelten Nucleolus, dessen Masse nicht ganz homogen, sondern äusserlich feinkörnig ist. Einen ähnlichen strangförmigen Nucleolus beobachtete Hertwig auch bei der Thalassicolla pelagica Hck., nur ist derselbe hier viel länger und durchzieht in zahlreichen Schlangenwindungen namentlich die peripherische Zone des Kernes, wie es scheint (XVII. 3b). Dabei erhebt sich die Membran des Kernes zu zahlreichen bruchsackartigen Ausstülpungen, von welchen jede eine Kernwindung enthält. Fraglich musste jedoch bleiben, ob der Nucleolusstrang ein ganz einheitlicher ist, da er sich nicht durchaus in Zusammenhang verfolgen liess.

Eine ähnliche Bruchsackbildung der Kernoberfläche zeigt sich auch bei der Thalassicolla sanguinolenta; nur erheben sich bei dieser die Aussackungen als zugespitzte Fortsätze von der Kernoberfläche. Ein ansehnlicher Nucleolus wurde hier ganz vermisst, dagegen fanden sich zahlreiche sehr kleine, peripherisch gelagerte Nucleoli vor.

Indem wir wieder zu den Zuständen der Kerne von Thalassicolla nucleata zurückkehren, begegnen wir zunächst Kernformen, bei welchen sich statt eines einheitlichen strangförmigen Nucleolus mehrere strang-

förmige Stücke vorfinden, deren Entstehung durch Zerfall des einheitlichen Nucleolus sehr wahrscheinlich ist (XVIII. 1b). Dies erscheint um so mehr dem Thatsächlichen zu entsprechen, als auch diese Bruchstücke noch deutlich weitere Zerfallserscheinungen verrathen. Meist sind sie an vielen Stellen deutlich eingeschnürt, ja bis zur Bildung feiner Verbindungsfädchen, und wegen der grossen Zahl solcher Einschnürungen gewöhnlich ganz perlschnurartig gestaltet. Das Auftreten zahlreicherer kleinerer Bruchstücke und schliesslich kleiner ovaler bis rundlicher Stückchen, welche in ihrer Grösse etwa den einzelnen Gliedern der perlschnurartigen Bruchstücke entsprechen, scheint sehr dafür zu sprechen, dass schliesslich der gesammte Nucleolus in zahlreiche kleine Bruchstücke zerfällt (XVIII. 1a, 1c). So trifft man denn auch thatsächlich Kerne, deren Inhalt nur zahlreiche derartige kleine Körperchen enthält.

Hertwig ist nun der Ansicht, dass diese Körperchen schliesslich successive aus dem Kern in das Centralkapselplasma austreten und hier die kleinen homogenen Kerne darstellen, welche sowohl in ihrer Grösse wie ihrem Aussehen mit jenen kleinen Binnenkörperchen des Kernes sehr übereinstimmen. Zur Unterstützung dieser Ansicht führt Hertwig noch einige weitere Gründe auf, worunter namentlich der von Wichtigkeit erscheint, welcher sich auf die schwankenden Grössenverhältnisse des einfachen Kernes oder Binnenbläschens stützt. Dasselbe besitzt nämlich nicht nur relativ, sondern auch absolut eine geringere Grösse bei denjenigen Thalassicollen, welche schon kleine Kerne in ihrem Kapselplasma aufweisen und scheint sich auch mit der Vermehrung dieser kleinen Kerne noch mehr zu verkleinern. Diese Grössenabnahme des ursprünglichen Kernes sowohl, wie ein auf den späteren Entwicklungsstufen (d. h., wenn kleine Kerne daneben schon vorhanden sind) hervortretende Neigung der Kernmembran zur Schrumpfung scheint darauf hinzuweisen, dass gewisse Theile aus dem Kern austreten und derselbe deshalb sein Volum vermindert.

Höchst merkwürdige Wandlungen erfährt auch im Laufe der Entwicklung der Nucleolus sowie der gesammte Kern der Acanthometreen. Wie früher erwähnt, wird bei dieser Abtheilung der vielkernige Zustand sehr frühzeitig erreicht, so dass nur jugendliche Formen noch Einkernigkeit zeigen. Der ursprünglich höchst wahrscheinlich homogene Kern differenzirt sich bald in einen ansehnlichen Binnenkörper (Nucleolus) und eine ebenfalls ziemlich ansehnliche Rindenschicht, er wird bläschenförmig (XXVII. 8a). — Neben dem ansehnlichen Nucleolus finden sich zuweilen noch einige kleine Binnenkörperchen vor. Der Kern wächst nun weiter heran, der helle Kernsaftraum vergrössert sich namentlich auch mehr und es kommt nun zur Entwicklung der seltsamen Einstülpung der Kernmembran, welche schon früher Gegenstand unsrer Betrachtung war (siehe p. 424). Gleichzeitig damit tritt jedoch auch eine merkwürdige Differenzirung (oder Neubildung) am Nucleolus auf (XXVII. 4a). An dem Nucleolus-Pol, welcher der Einstülpungsstelle der Kernmembran zugewendet ist, bildet sich eine helle

homogene Masse aus, welche den dunkleren Haupttheil des Nucleolus wie eine Kappe bedeckt oder auch wie in eine Vertiefung desselben eingesenkt erscheint. Der Nucleolus erscheint demnach jetzt von zwei verschiednen Substanzen zusammengesetzt. Auf die von der helleren Masse gebildete Kappe setzt sich, wie schon früher beschrieben, der eingestülpte Sack der Kernmembran auf.

An diese letztgeschilderten Kernformen schliessen sich nun weiterhin solche an, die sich noch mehr vergrössert und dabei die schon erwähnte gelappte Beschaffenheit angenommen haben (XXVII. 4c).

Bei derartigen Kernformen verschwindet die Einstülpung der Kernmembran wieder und auch der Nucleolus geht vollständig ein. Gleichzeitig hiermit verdickt sich jedoch die Kernrindenschicht hauptsächlich in den lappenförmigen Auswüchsen der Kerne und in ihr treten zahlreiche kleine, dichtere Binnenkörperchen auf. Es scheint daher nicht unzulässig, die Rückbildung des Nucleolus und das Auftreten der letzterwähnten kleinen Binnenkörperchen in causalen Zusammenhang zu bringen.

An die zuletzt geschilderten Zustände lassen sich schliesslich Kernverhältnisse anreihen, welche zuweilen beobachtet wurden, wo sich eine Anzahl wurstförmig gestalteter Kerne mit zahlreichen kleinen Binnenkörperchen fanden. Es lassen sich diese wohl aus einem Zerfall der letzterwähnten Form herleiten bei gleichzeitiger Rückbildung des Kernsaftes. Weniger wahrscheinlich dünkt mich die Hertwig'sche Ansicht, wonach diese wurstförmigen Kerne sich dadurch bildeten, dass sich die verdickten Rindenpartien der einzelnen Kernlappen ablösten und die eigentliche Kernblase aufgelöst werde.

Neben diesen wurstförmigen Kernen treten gewöhnlich noch kleine ovale Kernchen mit einem einzigen Binnenkörperchen auf, welche sich anscheinend leicht aus dem weiteren Zerfall der wurstförmigen Kerne herleiten lassen (XXVII. 5b). Diese letzteren Kerne stimmen nun in ihrer Beschaffenheit sehr überein mit den bei erwachsenen Acanthometriden fast durchaus vorhandnen zahlreichen kleinen Kernen. Es erscheint hiernach sehr wahrscheinlich, dass letztere sich durch vollständigen Zerfall des ursprünglich einfachen Kernes der jugendlichen Formen in der geschilderten Weise ableiten.

Im Vorstehenden wurde die Kernmetamorphose und schliessliche Kernvermehrung derjenigen zwei Gruppen geschildert, von welchen bis jetzt Näheres durch die schönen Untersuchungen Hertwig's bekannt ist und zwar im Wesentlichen auf Grund der Deutung, welche Hertwig seinen Beobachtungen gegeben hat. Es darf nun aber nicht ausser Acht gelassen werden, dass die supponirten Vorgänge dieser Kernvermehrung bei Thalassicolla wie den Acanthometriden sehr wenig mit dem Modus der Kernvermehrung übereinstimmen, welcher in neuerer Zeit mehr und mehr in allgemeiner Verbreitung erwiesen wurde. Namentlich die Auswanderung der kleinen Binnenkörperchen aus dem Nucleus der Thalassicolla in Gestalt zahlreicher kleiner Kerne der späteren Schwärmsprösslinge ist ein

Modus der Kernvermehrung, welchem sich bis jetzt nichts Aehnliches an die Seite setzen lässt. Der Zerfall des Kernes bei den Acanthometriden dagegen lässt sich mit Zerfallserscheinungen mancher Infusorienkerne, sowie gewisser Gewebezellen eher vergleichen, nur führen letzterwähnte Zerfallserscheinungen gewöhnlich nicht zur Vermehrung des Organismus, sondern scheinen eher mit dem Untergang des Kernes verknüpfte Vorgänge zu sein.

Unter solchen Umständen darf daher nicht ausser Acht gelassen werden, dass die Deutung der geschilderten Befunde bis jetzt durchaus hypothetisch ist und dass weitere Forschungen uns vielleicht doch noch zeigen werden, dass sich die Entwicklung des mehrkernigen aus dem einkernigen Zustand unter Verhältnissen vollzieht, welche sich den gewöhnlichen Vermehrungsweisen der Kerne näher anschliessen. Immerhin darf jedoch auch nicht unbeachtet bleiben, dass die sogen. Reifungserscheinungen des Kernes der Eizelle vielleicht eine gewisse Analogie mit den Umbildungsverhältnissen des einfachen Radiolarienkernes, speciell des der Thalassicolla nucleata, darbieten.

Früher wurde schon erwähnt, dass auch die Sphaerozoëen ähnlich wie die Acanthometriden das einkernige, mehrfach beobachtete Jugendstadium sehr frühzeitig mit einem vielkernigen vertauschen; ein solch vielkerniger Zustand ist wenigstens einmal auch bei einer Monopyleenform, dem Trictyopus Hertwig's beobachtet worden; schliesslich liegen auch sichere Anzeichen vor, dass sich auch bei den Sphaerideen der vielkernige Zustand zur Zeit der Fortpflanzung einstellt, wenigstens wurde eine Rhizosphaera mit sehr verkleinertem centralen Kern und dichter Erfüllung des Centralkapselplasmas mit kleinen hellen Kernchen beobachtet; auch eine noch jugendliche (!) Haliomma enthielt neben dem grossen centralen, die Markschale einschliessenden Kern noch kleinere in grösserer Zahl, und Aehnliches fand sich auch bei einer Litheliusform (= Stylospira arachnia Hertwig).

In den letzterwähnten Fällen gelang es jedoch nicht, etwas über den Entstehungsvorgang der kleinen Kerne zu ermitteln.

Die Bauweise der kleinen Kerne vielkerniger Zustände bedarf noch einiger erläuternder Worte. Eine Membran wurde bei denselben bis jetzt vermisst. Ihre Gestalt ist gewöhnlich eine kuglige bis ellipsoidische (XXVII. 5a, n); bei den Sphaerozoiden zeigen die ganz homogenen Kernchen nach Brandt (36) z. Th. jedoch auch sehr unregelmässige Gestalten, man trifft zuweilen solche, die ganz das Aussehen einer vielzackigen Amöbe besitzen (XIX. 4a—b).

Meist erscheinen sie ganz homogen; im lebenden Zustand häufig sehr hell und durchsichtig, so dass sie von Joh. Müller als farblose Zellen und von Häckel als wasserhelle Bläschen bezeichnet werden konnten. Bei den Acanthometriden enthalten sie gewöhnlich ein bis zwei kleine Nucleoli und auch bei den Sphaerozoiden sind sie nach Brandt nicht stets homogen, wie Hertwig angab, sondern entwickeln mit Beginn der Schwärmer-

bildung dunkle Körnchen oder Fädchen in ihrem Innern, eine Art Kernnetz oder Gerüstwerk (XIX. 4e—g).

Diese kleineren Kerne vermehren sich, wie dies aus dem Vergleich ihrer Zahl und Grösse bei jüngeren und älteren Thieren geschlossen werden darf und sich auch bei den Sphaerozoiden direct hat beobachten lassen. Hertwig (33) glaubt auch Theilungsstadien der kleinen Kerne der Acanthometriden gesehen zu haben und beschreibt sie als bisquitförmig mit zwei auseinandergerückten Nucleoli, also ganz entsprechend dem früher allgemein adoptirten Schema der Kerntheilung. Die Beobachtungen Brandt's (36) haben dagegen ergeben, dass die oben erwähnten kleinen Kerne der Sphaerozoiden (mit Fädchen- und Körnchengerüst) sich unter spindelförmiger Umbildung theilen (XIX. 4h—k).

Ausserdem will jedoch Brandt auch Theilungen der ganz homogenen Sphaerozoidenkerne noch vor Beginn der Schwärmerbildung beobachtet haben, welche ohne weitere Differenzirung der homogenen Kernsubstanz durch einfachen Zerfall vor sich gingen (XIX. 4c—d).

Mit diesen wenigen Beobachtungen ist zugleich Alles erschöpft, was bis jetzt über Theilungsvorgänge der Kerne bei den Radiolarien beobachtet wurde; im Allgemeinen sind demnach diese Vorgänge noch wenig erforscht.

C. Das extrakapsuläre Plasma, seine Einschlüsse und Erzeugnisse.

1. Das extrakapsuläre Plasma und die Gallerte im Allgemeinen. Wir haben schon bei früherer Gelegenheit unsre Auffassung des extrakapsulären Plasmas mehrfach betont und namentlich dargestellt, dass wir es nicht für angezeigt halten, es als ein Ectoplasma im Gegensatz zu dem intrakapsulären, als Entoplasma, zu bringen. Die Eigenthümlichkeiten des extrakapsulären Plasmas finden ihre Erklärung, wie mir scheint, besser auf Grundlage unserer Auffassung. Nicht selten weicht ja auch das aus der Schale eines Rhizopoden in Gestalt von Pseudopodien oder eines Ueberzuges hervorgedrungne Plasma wesentlich von dem in der Schale verbliebenen durch hyaline Beschaffenheit oder durch Mangel der Einschlüsse ab.

Eine sichere Entscheidung zwischen den beiden entgegenstehenden Ansichten wird sich jedoch erst durch die Feststellung der Entwicklungsgeschichte ergeben. Entwickelt sich, wie Brandt (36) anzunehmen geneigt ist, die Centralkapselwand als eine innerliche Membran auf der Grenze zwischen den zwei zuvor schon differenzirten Plasmazonen, so scheint die Frage gegen uns entschieden zu sein; ist dagegen, wie ich anzunehmen geneigt bin, die Centralkapselmembran ursprünglich eine oberflächliche Ausscheidung, homolog dem Schalenhäutchen der Rhizopoden, so besteht die zweite Auffassung zu Recht. Schon früher wurde betont, dass wir den Beobachtungen über centralkapsellose Radiolarien vorerst in dieser Frage keine entscheidende Bedeutung zuschreiben dürfen, da einerseits eine sehr zarte Centralkapselwand bei diesen doch

z. Th. vorhanden sein kann, andrerseits dagegen nicht hinreichend festgestellt scheint, ob bei diesen Formen überhaupt immer ein scharfer Unterschied zwischen zwei Protoplasmaregionen existirt*).

Unsre Ansicht erhält, wie mir scheint, eine sehr wesentliche Stütze, wenn wir uns die Beschaffenheit des extrakapsulären Weichkörpers etwas näher ansehen.

Wie zu erwarten, ist die Centralkapsel der peripyleen Radiolarien äusserlich von einer gleichmässigen Plasmalage überzogen, die von Häckel seiner Zeit (16) den Namen des Pseudopodienmutterbodens erhalten hat, wie der entsprechende Plasmaüberzug der Radiolarienkapsel überhaupt. Bei sämmtlichen Radiolarien gesellt sich jedoch noch eine diesen Mutterboden äusserlich umhüllende Gallertzone von sehr verschiedner, häufig sehr ansehnlicher Mächtigkeit hinzu, welche wie ähnliche Gallerthüllen, die wir dauernd oder temporär bei den Rhizopoden und Heliozoën trafen, als ein directes Erzeugniss der extrakapsulären Sarkode aufzufassen ist. Der innige Zusammenhang der extrakapsulären Sarkode mit dieser Gallerte macht es erforderlich, dass wir beide gleichzeitig betrachten.

Wenn wir, wie geschildert, bei den Peripylarien einen gleichmässigen Ueberzug von extrakapsulärem Plasma schon aus dem Grunde zu finden berechtigt waren, dass ja dem intrakapsulären Plasma hier allseitig gleichmässiger Durchtritt durch die zahlreichen Poren der Centralkapselwand gewährt ist, so dürfen wir auch schon die Vermuthung hegen, dass bei den Phaeodarien und Monopylarien eine solch gleichmässige Vertheilung der extrakapsulären Sarkode fehle. Dies ist denn auch thatsächlich der Fall. Bei den ersteren häuft sie sich namentlich reichlich um die Hauptöffnung der tripylen Formen an, wogegen der Theil der Kapselwand, welcher die beiden Nebenöffnungen enthält, nur einen dünnen Plasmaüberzug besitzt. Noch auffallender wird dagegen diese ungleichmässige Vertheilung des extrakapsulären Plasmas bei den Monopylarien. Hier begegnen wir Formen wie Cystidium (XXVIII. 8) und Plagiacantha, bei welchen sich extrakapsuläres Plasma überhaupt nur um das Porenfeld des einen Pols der Kapsel angehäuft findet, also von einem gleichmässigen Ueberzug der Centralkapselwand nicht mehr die Rede sein kann und daher auch gewiss nicht von einem Ectoplasma in der gewöhnlichen

*) Nicht ohne Berechtigung erscheint jedoch vielleicht auch eine Art Ausgleich zwischen den beiden besprochnen Ansichten, d. h. die Annahme der Bildung der Centralkapselwand als ein oberflächliches Schalenhäutchen mit nachträglichem Hervortreten der extrakapsulären Sarkode und eine Homologisirung dieser extrakapsulären Sarkode mit dem Ectosark der Rhizopoden und Heliozoën. Es ergibt sich dann nur als Consequenz, dass auch das aus der Schale hervorgedrungne Plasma mancher retikulärer Rhizopoden als Ectosark zu beanspruchen ist, was auch nicht sehr schwierig vorstellbar sein dürfte, da ectosarkartige Pseudopodien ja die lobosen Rhizopoden mit nicht dauernd differenzirtem Ectosark auszeichnen und z. B. bei Pelomyxa eine ectosarkartige hyaline äussere Region häufig streckenweis auf der Oberfläche hervortritt.

Bedeutung dieses Begriffes. Bei den übrigen Monopylarien dagegen findet sich, soweit bekannt, ausser der ansehnlichen Anhäufung von Plasma am Porenfeld auch noch ein dünner Ueberzug der übrigen Centralkapselwand.

Unter allen Umständen geht jedoch aus diesen Vertheilungsverhältnissen des ertrakapsulären Plasmas hervor, dass es da besonders reichlich angehäuft ist, wo die Communication mit dem intrakapsulären sich findet und die Annahme erscheint wohl berechtigt, dass es einem Hervordringen des letzteren auf die Aussenfläche der Kapsel seinen Ursprung verdankt.

Von dem sogen. Pseudopodienmutterboden entspringen netzartig verzweigte und unter einander anastomosirende Plasmafortsätze, welche die Gallerte durchsetzen und schliesslich, auf deren Oberfläche angelangt, den frei hervorragenden Pseudopodien den Ursprung geben (XVIII. 6e—f, XIX. 3, XXVII. 4). Ausserdem geht von dem Pseudopodienmutterboden jedoch auch eine dünne plasmatische Umhüllung frei hervorragender Stachelgebilde des Skeletes wahrscheinlich überall aus, wo solche Stachelgebilde entwickelt sind. Bei den Acanthometriden wenigstens lässt sich ein solcher Plasmaüberzug der Skeletstacheln sicher nachweisen; andrerseits erscheint derselbe als eine wohl unerlässliche Bedingung des Weiterwachsthums der Skeletanhänge.

Zunächst muss es jedoch unsre Aufgabe sein, die Ausbildungsverhältnisse des Pseudopodienmutterbodens und der Gallerte noch etwas eingehender zu verfolgen. Der erstere ist in recht wechselnder Mächtigkeit entwickelt. Z. Th. sehr spärlich, als eine nur sehr dünne Lage ausgebildet, wie bei den Acanthometriden, erlangt er bei den übrigen Peripylarien gewöhnlich eine ansehnlichere Entwicklung, so namentlich bei den Colliden, zahlreichen regulären Sphaerideen und auch den Disciden. Relativ die beträchtlichste Entwicklung bietet er jedoch bei den Phaeodarien nach den übereinstimmenden Angaben Hertwig's und Häckel's dar. Auch bei den Monopylarien begegnen wir ihm in recht verschiednem Ausbildungsgrade.

Noch viel grössere Differenzen in Hinsicht auf die Reichlichkeit ihrer Entwicklung bietet die Gallerthülle dar. Diese schon von Meyen und Huxley bei den Sphaerozoiden recht wohl erkannte und auch als Gallerte bezeichnete Körperschicht wurde später von J. Müller und Häckel irrthümlicher Weise für eine Bildung gehalten, welche dem lebenden Radiolarienkörper fremd sei und sich erst nach dem Tode (Müller) oder auch unter ungünstigen Lebensbedingungen (Häckel) entwickele; nach Müller als eine Ausschwitzung der extrakapsulären Sarkode und ihrer Pseudopodien, nach Häckel dagegen durch eine reichliche Wasseraufnahme der Sarkode eine Art Verquellung derselben. Veranlasst wurde diese irrthümliche Auffassung wohl im Allgemeinen dadurch, dass die Gallerthülle im lebenden Zustand so wasserklar durchsichtig erscheint und sich in ihren Brechungsverhältnissen von dem umgebenden Wasser so wenig unterscheidet, dass sie äusserst schwer oder nur bei Anwendung gewisser

Hülfsmittel wahrzunehmen ist. Dagegen tritt ihre äussere Grenze bei abgestorbnen Thieren oder solchen, welche die Pseudopodien eingezogen haben, nicht selten deutlich hervor, indem entweder die zurückgezognen Pseudopodien nun einen zarten Plasmaüberzug der Oberfläche bilden oder zahlreiche kleine Fremdkörper der klebrigen Gallertoberfläche anhaften und dieselbe kenntlich machen.

Erst die Untersuchungen R. Hertwig's haben daher die Thatsache ganz sichergestellt, dass ein solcher Gallertmantel ein Organisationsbestandtheil ist, welcher auch den lebenden Radiolarien ganz allgemein zukommt.

Wie erwähnt, ist derselbe jedoch in sehr verschiednem Grad entwickelt. Bei einem Theil der Peripylarien bleibt er gering, so bei der Mehrzahl der regulären Sphaerideen, wo häufig die einzige Gitterschale der Monosphaeriden oder die äussere Rindenschale der Polysphaeriden nicht in den Gallertmantel eingeschlossen ist.

Zuweilen wird jedoch auch hier die Entwicklung der Gallerte ansehnlicher, so nach Häckel bei den Cladococciden, und bei den irregulären Sphaerideen scheint sie im Allgemeinen sehr mächtig zu sein, so dass bei Heliodiscus, den Porodisciden und Spongodisciden das gesammte Skelet von der Gallerte umschlossen wird. Sehr reichlich ist die Gallerte zum Theil auch bei den Acanthometriden, Colliden und den koloniebildenden Sphaerozoëen entwickelt, so dass sie bei den Colliden eine Dicke zu erreichen vermag, welche den Durchmesser der ansehnlichen Centralkapsel übertrifft. Ebenso ansehnlich erscheint sie im Allgemeinen auch bei den Phaeodarien, wo sie auch nicht selten das gesammte Skelet umhüllt, und ein solch völliger Einschluss des Skeletes durch die Gallerte gilt endlich ebenso allgemein für die Monopylarien.

Im Allgemeinen schliesst sich die Gestaltung des Gallertmantels natürlich der des Skeletes an, ist demnach bei den kugligen Formen eine kuglige, bei den monaxonen eine ebensolche. Bei gewissen Phaeodarien (Coelothamnus) mit ansehnlich langen, strahligen Skeletfortsätzen, erhebt sich die Gallerte um jeden Strahl, ihn vollständig einschliessend, zu einem Fortsatz; ähnliches findet sich auch bei den Acanthometrida, wo sich die Gallerte gewöhnlich um jeden der Skeletstacheln, der aus ihr mit seinem peripheren Ende hervorragt, als eine sogen. Stachelscheide, wie sie schon J. Müller beschrieb, erhebt. Der Grad der Erhebung und Ausbildung solcher Stachelscheiden ist jedoch ein recht variabler, was von verschiednen Umständen abhängt. Sehr geringe wie sehr ansehnliche Entwicklung der Gallerte scheinen eine schwache Ausprägung der Stachelscheiden zu bedingen; gleichzeitig sind dieselben jedoch bei einer und derselben Form veränderlich, was ohne Zweifel wesentlich von dem Vorhandensein sehr eigenthümlicher, contractiler, fadenartiger Elemente bedingt wird, welche sich zwischen den Enden der Gallertscheide und dem Stachel ausspannen und durch ihre Contraction die Scheiden nach dem Stachelende ziehen (XXVII. 4, ge). Es sind dies die sogen. Gallertcilien, welche besser erst später ihre genauere Besprechung finden werden.

Die Consistenz der Gallerte scheint häufig eine nicht unerhebliche zu sein, so wird sie von Häckel und Hertwig z. Th. mit der der Medusengallerte verglichen, für gewisse Formen sogar als eine knorplige bezeichnet. Trotzdem scheint die Gallerte eine nicht unerhebliche Klebrigkeit zu besitzen, worauf eben die schon früher betonte Erscheinung zurückzuführen ist, dass der Oberfläche der Gallerte abgestorbner oder doch nicht sehr lebensfrischer Exemplare gewöhnlich zahlreiche kleine Schmutztheilchen und sonstige Fremdkörper ankleben.

Fast überall ist die Gallerte ganz homogen und structurlos, nur Häckel gibt an, bei einigen wenigen Formen eine radiärstreifige oder concentrisch geschichtete Gallerte beobachtet zu haben.

Eine eigenthümliche Differenzirung zeigt sie nur an der Oberfläche gewisser Acanthometriden. Bei Xiphacantha serrata Hck. beobachtete Hertwig fein fadenförmige Differenzirungen, welche von der Spitze der Stachelscheiden nach deren Basis in regelmässiger Anordnung ziehen und zwischen den Basen der benachbarten Stachelscheiden so mit den Fäden der umgebenden Stachelscheiden zusammenstossend sich vereinigen, dass alle diese Vereinigungspunkte um jede Scheidenbasis eine polygonale Figur bilden. Diese polygonalen Zeichnungen um die Basen der Stachelscheiden sind deshalb noch von besondrer Wichtigkeit, weil in ihnen die Ursprünge der Pseudopodien liegen. Etwas anders gestaltet sich eine ähnliche fadenförmige Differenzirung auf der Gallertoberfläche des Acanthochiasma rubescens Hck. (XXVIII. 3). Hier bilden eine Anzahl feiner, dicht zusammenstehender Fäden ein polygonales Band um jeden nur wenig über die Oberfläche der Gallerte vorspringenden Stachel, so dass die gesammte Gallertoberfläche von einer polygonalen Felderung bedeckt wird. Auch bei dieser Form zeigen die später zu besprechenden Hauptpseudopodien eine bestimmte Beziehung zu der Fadendifferenzirung, sie entspringen nämlich von dem streifigen Band. Mit Hertwig dürfen wir es für wahrscheinlich halten, dass diese fibrillären Bildungen der Gallertoberfläche eine Bedeutung als Stützapparate besitzen. Mit der extrakapsulären Sarkode und ihren Ausläufern stehen sie namentlich in keinem directen Zusammenhange.

2. Einschlüsse der extrakapsulären Sarkode. Verschiedne Einschlüsse, welche wir schon in der intrakapsulären Sarkode kennen lernten, begegnen wir auch hier wieder, jedoch sind darunter nur zweierlei, welche gelegentlich eine wesentlichere Rolle spielen, nämlich die Vacuolen oder Alveolen, wie sie in der extrakapsulären Sarkode gewöhnlich genannt werden und weiterhin das Pigment. Gelegentlich wird auch das Vorkommen von farblosen Oelkugeln (so bei Thalassicolla sanguinolenta, nucleata und Sphaerozoëen), sowie von Eiweisskugeln berichtet (Thalassolampe primordialis und Collozoum nach Hertwig), doch sind dies anscheinend seltne Vorkommnisse; Concremente und Krystalle fehlen völlig, wenn man nicht etwa zu der sehr unwahrscheinlichen Annahme hinneigt, dass die zahlreichen Coccolithengebilde, welche sich in der extra-

kapsulären Sarkode der als Myxobrachia beschriebnen, deformirten Exemplare von Thalassicolla sanguinolenta finden, concrementäre Erzeugnisse des Radiolarienkörpers selbst seien*).

Dagegen treffen wir bei einer Reihe ansehnlicher Radiolarien aus den Gruppen der Colliden und Phaeodarien, sowie durchgängig bei den Kolonien der Sphaerozoëen zahlreiche und z. Th. sehr ansehnliche Vacuolen an, welche nicht in dem Pseudopodienmutterboden selbst ihren Sitz haben, sondern sich in den Maschenfäden des Plasmanetzes der Gallerte bilden. Sie erscheinen daher gewissermaassen in die Gallerte eingelagert**). Schon Huxley (5) fasste sie als Flüssigkeitsräume im Sinne der Vacuolen, welche Dujardin in seiner Sarkode beschrieb, auf. J. Müller dagegen und ähnlich Häckel, wenn auch für die extrakapsulären Alveolen weniger entschieden, vermutheten in ihnen Zellen, da sie von einer besonderen Membran umschlossen seien. Dagegen neigten sich Schneider (19) und Dönitz (22) mehr der Huxley'schen Auffassung zu und R. Hertwig (28, 33) erbrachte auch für diese extrakapsulären Vacuolen den sicheren Nachweis, dass sie gewöhnlich nichts weiter wie wandungslose Flüssigkeitstropfen im Plasma sind. Sie bilden sich durch Auftreten von Flüssigkeitstropfen in den Maschenfäden des Plasmanetzes der Gallerte; indem eine solche Vacuole ansehnlich heranwächst, verdünnt sich die sie umhüllende zarte Plasmalage sehr und sie ist es ohne Zweifel, welche Müller und Häckel für die Alveolenmembran gehalten haben. Natürlich erscheint es, dass sich gleichzeitig Vacuolen sehr verschiedner Grösse finden. Treten sie sehr zahlreich auf, so pressen sie sich häufig gegenseitig polyedrisch.

Bei den grossen Colliden und Phaeodarien (XXXI. 19, alv), wo die Alveolen in sehr reichlicher Zahl auftreten, bilden sie einen dicken Mantel um die Centralkapsel, der aus mehreren concentrisch umeinander gelagerten Vacuolenschichten besteht. Gewöhnlich, sehr ausgesprochen z. B. bei Thalassicolla, nehmen diese Vacuolen peripherisch an Grösse zu (XVII. 3a).

Bei Thalassicolla nucleata (XVII. 4a) findet sich zunächst um die Centralkapsel eine Zone mit kleinen Vacuolen und auf diese folgt dann die äussere, in welcher die Vacuolen sich rasch vergrössern. Auch zeigen nach Hertwig diese beiden Zonen hier ein sehr verschiednes Verhalten, indem die Vacuolen der äusseren Zone bei mechanischer Reizung des Thieres von aussen nach innen successive collabiren, wodurch schliesslich eine vacuolenfreie äussere Gallertzone resultirt. Bei Aufhören der Reizung tritt allmählich eine Neubildung der Alveolen der äusseren Zone auf, bis schliesslich der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt ist. Dieses Verhalten beweist denn auch ganz unzweifelhaft, dass die sogen. Alveolen einfache Flüssigkeitsansammlungen sind, von derselben Natur wie die der Heliozoën,

*) Vergl. hierüber weiter unten.

**) Eigenthümlich ist, dass unter den Monopylarien nur eine einzige Gattung, nämlich das schalenlose Cystidium Hertw. extrakapsuläre Vacuolen besitzt, welche sich hier mit dem extrakapsulären Plasma um das Porenfeld des basalen Kapselpols lagern.

sahen wir doch (p. 273), dass sich die Vacuolen grösserer Heliozoën in ganz entsprechender Weise gegen mechanische Reizung verhalten.

Erst später, bei der Schilderung der Koloniebildung können wir die Anordnung und die genaueren Verhältnisse der Vacuolen der Sphaerozoëen (s. T. XVIII u. XIX) eingehender darstellen, doch verdient schon an dieser Stelle hervorgehoben zu werden, dass nach Hertwig's Erfahrungen, welchen ich mich auch anschliessen kann, die grosse centrale Vacuole, welche die Kolonien dieser Radiolarien z. Th. besitzen, thatsächlich von einer zarten Membran umhüllt zu sein scheint, ja es gelang Hertwig, diese grosse Vacuole zu isoliren. Jedenfalls ist ihre Membran ein secundäres Erzeugniss, welches sich z. Th. dadurch erklärt, dass die grosse centrale Vacuole gewissermaassen einen Stützapparat der gesammten Kolonie bildet, um welchen sich die Einzelthiere in später zu besprechender Weise herumlagern.

In zweiter Linie tritt uns Pigment als ziemlich wesentlicher Bestandtheil des Ectosarks einer Reihe von Radiolarien entgegen. Nur in der interessanten Abtheilung der Phaeodarien ist dieses Pigment jedoch ein ganz charakteristischer, soweit bekannt, nie fehlender Bestandtheil, welcher demnach zu den bezeichnendsten Eigenthümlichkeiten der Abtheilung gehört. Dieses stets sehr dunkle Pigment ist im Mutterboden der Pseudopodien angehäuft, besonders reichlich meist in dessen stärker entwickelter Partie, welche bei den tripylen Formen bekanntlich die Hauptöffnung umgibt, weshalb denn häufig die dunkle Pigmentmasse nur die eine Seite der Centralkapsel umhüllt, nicht selten jedoch auch den grössten Theil der Kapsel einschliesst, ja diese sogar gelegentlich völlig umhüllt (XXXI. 18). Dies Pigment, welches Häckel in seiner Gesammtheit als das Phaeodium bezeichnet, ist theils ein sehr feinkörniges, staubartiges, theils dagegen aus gröberen Körnern, sogen. Phaeodellen Häckel's gebildet. Früherhin (16) sprach Häckel auch von Pigmentbläschen, welche bei Coelodendrum sogar echte Zellen sein sollten.

Der Farbenton zeigt gleichfalls einige Wandelbarkeit, doch ist er stets ziemlich dunkel. Meist herrscht ein dunkel- bis schwarzbrauner Ton vor, nicht selten jedoch geht derselbe ins Grünliche bis Dunkelgrüne über, ja es treten auch zuweilen röthliche bis violette Farbentöne auf.

Auf Hertwig machte dieses Pigment der Phaeodarien z. Th. den Eindruck halbverdauter Nahrung.

Ein ähnliches schwarzes Pigment findet sich unter den Colliden stets bei der interessanten Thalassicolla nucleata und erfüllt hier den Mutterboden der Pseudopodien gewöhnlich so dicht, dass die Centralkapsel ganz verdeckt wird. Unter Umständen, so bei heftiger mechanischer Reizung der Thiere, verbreitet sich das Pigment auch nach aussen durch die Gallerte, so dass die sonst sehr scharf gezeichnete schwarze Umrahmung der Centralkapsel nun ziemlich verwaschen erscheint. Braunes Pigment findet sich gewöhnlich ziemlich reichlich bei Disciden und vertheilt sich hier zuweilen auf bestimmte Stellen der Peripherie, so zum Theil bei Stylodyctia nach Hertwig. Auch sonst sind Pigmentkörnchen bei den

Sphaerideen keine seltne Erscheinung. Gelbe Pigmentkörnchen und Häufchen solcher trifft man gewöhnlich bei Thalassolampe und gewisse Acanthometriden zeichnen sich durch sehr reichliches feinkörniges, lebhaft rothes Pigment aus (so Acanthostaurus purpurascens Hck., Actinelius purpureus Hck.), welches sich hier jedoch durch die gesammte Sarkode, intra- wie extrakapsulär verbreitet und auch bis auf die Pseudopodien hinauswandert. Braunes extrakapsuläres Pigment wurde bei einigen Monopylarien (Cystidium und Trictyopus) von Hertwig beobachtet.

Im Allgemeinen dürfen wir also hervorheben, dass die Pigmententwicklung der extrakapsulären Sarkode weniger reichlich ist, wie die der intrakapsulären.

D. Die Pseudopodien der Radiolarien und einige anderweitige besondere Differenzirungen des extrakapsulären Plasmas, sowie die Nahrungsaufnahme und die Bewegungserscheinungen.

1. Die Pseudopodien der Radiolarien entspringen anscheinend stets von der Oberfläche der Gallerthülle als sehr feine, strahlenartige Fäden, welche sich meist allseitig erheben. Ihre Länge sowohl wie ihre Zahl ist grossen Schwankungen unterworfen und in ihrer Ausbildung nähern sie sich theils mehr denen der reticulären Rhizopoden, theils mehr denjenigen der Heliozoa. Sehr zahlreich strahlen sie gewöhnlich allseitig bei den Sphaerideen und Colliden aus, so dass sich ein dichter Wald oder Sammt von Pseudopodienfäden von der Oberfläche der Gallerte erhebt. Häckel schätzt ihre Zahl bei Thalassicolla auf weit über Tausend. Auch die Monopylarien und Phaeodarien scheinen im Allgemeinen keine geringe Zahl von Pseudopodien zu bilden, nur bei den einfacheren Formen der Monopylaria sind sie meist spärlich, doch hängt natürlich die Pseudopodienzahl in gewissem Grade von der Grösse des Organismus überhaupt ab. Spärlich sind die Pseudopodien nach den übereinstimmenden Angaben der Beobachter eigentlich nur bei den Acanthometriden entwickelt. Dagegen zeigen sie hier z. Th. sehr eigenthümliche Stellungsverhältnisse und treten weiterhin in zweierlei verschiednen Ausbildungsformen auf. Bevor wir jedoch die bei letzterer Abtheilung sich findenden Verhältnisse genauer ins Auge fassen, erscheint es gerathener, zunächst die Stellungsverhältnisse der Pseudopodien bei den übrigen Abtheilungen kurz zu verfolgen. Es erscheint natürlich, dass bei den Peripylarien eine gleichmässige, allseitige Vertheilung der Pseudopodien herrscht. Ebenso weiterhin, dass bei den Monopylarien im Allgemeinen eine reichlichere Entwicklung derselben von der um das Porenfeld ansehnlicher angehäuften extrakapsulären Sarkode ausgeht, so dass also bei den Cyrtida ein ansehnlicherer Pseudopodienbüschel aus der Schalenmündung hervortritt, doch strahlen auch nach allen übrigen Richtungen des Raumes hier zahlreiche Pseudopodien aus.

Die Länge, welche die Pseudopodien erreichen, ist gleichfalls recht verschieden; so erlangen sie bei einer Reihe von Abtheilungen den

mehrfachen Durchmesser des Körpers, sinken dagegen bei anderen bis zur Hälfte desselben herab.

Die Gestaltung der Pseudopodien ist, wie bemerkt, theils mehr eine heliozoënartige, d. h. die starrer, strahlenartiger Fäden, welche sich verhältnissmässig selten verästeln und daher auch keine oder nur sehr spärliche Anastomosenbildungen zeigen oder eine mehr verästelte, mit Neigung zur Netzbildung. Im Allgemeinen scheinen hauptsächlich die Peripylarien starre Pseudopodien der erstgeschilderten Ausbildungsweise zu entwickeln, wogegen bei den Monopylarien und auch den Phaeodarien häufig eine reichlichere Anastomosen- und Netzbildung zu Stande kommt. Häckel (16) hebt hervor, dass die starren Pseudopodien sich gewöhnlich auch durch Armuth an Körnchen auszeichnen, während diese den verästelten reichlicher zukommen. Für einen Theil der starren Pseudopodien, nämlich diejenigen der Acanthometriden, konnte Hertwig nachweisen, dass sie dieselbe Zusammensetzung aus Axenfaden und körnchenführender Rindenschicht aufweisen, wie die der Heliozoa z. Th. Es gilt dies jedoch nicht für sämmtliche Pseudopodien, welche eine solche Acanthometride entwickelt. Unregelmässig über die Oberfläche der Gallerte vertheilt oder an den Stacheln entspringend finden sich auch feine Pseudopodien, welchen eine solche Differenzirung fehlt. Die differenzirten Pseudopodien zeichnen sich einmal durch ihren streng radialen Verlauf aus und weiterhin gewöhnlich durch sehr regelmässige Vertheilung über die Oberfläche des Organismus, was schon J. Müller hervorhob. Bei Acanthometra (XXVII. 4) steht nach Hertwig ein solches Pseudopodium meist regelmässig in der Mitte zwischen zwei benachbarten Stacheln; bei anderen dagegen, so bei Xiphacantha umstehen zahlreiche (50—60) derartige Pseudopodien den peripherischen Theil jedes Stachels und zwar so geordnet, dass sich je ein Pseudopodium aus dem Zusammenstossungspunkt zweier der früher geschilderten Stützfäden benachbarter Stachelscheiden erhebt. Es bilden daher auch die Basen der um jeden Stachel eingepflanzten Pseudopodien keinen Kreis, sondern, wie schon früher für die Vereinigungspunkte der Stützfäden geschildert wurde, eine polygonale Figur.

Die Axenfäden der ebengeschilderten Pseudopodien lassen sich nun, ähnlich wie bei den Heliozoën, ins Innere des Körpers verfolgen, und zwar verlaufen sie streng radial durch die Gallerte und die Centralkapsel hindurch bis zum Stachelkreuz, wo sie sich den Blicken entziehen, da das intrakapsuläre Plasma um das Stachelkreuz gewöhnlich stärker körnig oder pigmentirt erscheint. In ihrem Verlauf durch die Gallerte sind die Axenfäden von Protoplasma überkleidet und bei der Acanthometra elastica (welche sich wegen ihrer Durchsichtigkeit besonders zur Beobachtung eignet), wo nur ein Plasmanetz die Centralkapsel durchzieht, überkleidet das feinkörnige Plasma die Axenfäden auch in ihrem Verlaufe durch die Centralkapsel durchaus. Schon Claparède (14) hatte sich bei Acanthometriden von dem Eindringen der Pseudopodien in den Weichkörper überzeugt und Greeff, hierauf gestützt, das Vorhandensein von Axenfäden vermuthet.

Leider gelang es bis jetzt nur bei den Acanthometriden mit Sicherheit die Gegenwart der Axenfäden zu beobachten; mit Hertwig dürfen wir es jedoch für wahrscheinlich halten, dass auch noch die starren Pseudopodien andrer Abtheilungen, so namentlich die der Sphaerideen Axenfäden besitzen. Hertwig gelang es bei zwei hierhergehörigen Formen, einer Diplosphaera und einer Arachnosphaera, am isolirten Nucleus zahlreiche der Kernmembran äusserlich anhängende Fäden wahrzunehmen, welche er vermuthungsweise und nicht ohne Recht als verkürzte Axenfäden betrachtet*). Wir sahen ja auch bei Actinophrys unter den Heliozoën die Axenfäden bis zur Oberfläche des centralen Kernes verlaufen. Für die übrigen Abtheilungen der Radiolarien dagegen glaubt Hertwig das Vorkommen der Axenfäden bestimmt in Abrede stellen zu müssen. Jedoch scheint mir ein Punkt in der Organisation der Monopylaria möglicherweise für die Anwesenheit von Axenfäden bei einem Theil der Pseudopodien zu sprechen. Es ist dies nämlich der eigenthümliche, früher geschilderte Pseudopodienkegel, dessen radiäre, zum Porenfeld ziehende Streifen und ihre Vereinigung im Centrum der Centralkapsel eventuell einen Vergleich mit Axenfäden erlaubt. Doch ist eine solche Vermuthung einstweilen nicht weiter zu begründen. Brandt (36) hat sich überzeugt, dass die Axenfäden der Acanthometriden in 10—20 % Kochsalzlösung löslich sind und hält sie deshalb wie die der Heliozoa für Vitellin.

Es wurde schon oben hervorgehoben, dass die Pseudopodien in sehr verschiednem Grade körnchenführend sind und Häckel betont, dass auch Formen mit gewöhnlich sehr körnchenreichen Pseudopodien zuweilen ganz körnchenfreie zeigen.

Natürlich fehlt die Körnchenbewegung nicht und ist gewöhnlich eine ziemlich langsame, doch habe ich mich wenigstens bei Sphaerozoëen überzeugt, dass sie die vieler Rhizopoden an Energie übertrifft. Wie schon erwähnt, wandern z. Th. auch die rothen Pigmentkörnchen der extrakapsulären Sarkode gewisser Formen auf die Pseudopodien hinaus und geben dann einen unzweifelhaften Beweis für die richtige Deutung der Körnchenbewegung. Auch die bei den Rhizopoden schon geschilderten Gegenströme an einem Pseudopodium treffen wir wieder an. Dieselbe Körnchenströmung lässt sich jedoch auch leicht an den die Gallerte durchsetzenden Plasmanetzen constatiren und Strömungserscheinungen treten auch zuweilen in der Centralkapsel deutlich hervor. Hertwig gelang es sogar, wie schon angedeutet, bei durchsichtigen Acanthometren den sicheren Nachweis zu führen, dass Körnchen die Centralkapselwand passiren, womit also auch Strömungen zwischen dem intra- und extrakapsulären Plasma sichergestellt erscheinen.

Zuweilen zeigen sich auch an den Pseudopodien der Radiolarien spindelförmige Anschwellungen, sogen. Varicositäten, welche ähnlich den Körnchen eine Verschiebung längs des Pseudopodienfadens erfahren.

*) Brandt spricht auch von den Axenfäden der Spongosphaera.

Theils scheint diese eine wirkliche Wanderung der Verdickung, theils jedoch nur eine scheinbare zu sein, hervorgerufen durch Verlängerung oder Verkürzung des Scheinfüsschens.

Die Angabe Claparède's, dass die Acanthometriden die Enden der Pseudopodien peitschen- oder geisselartig zu bewegen vermögen, wurde von den späteren Beobachtern nicht bestätigt; dagegen beobachtete Häckel träge und langsame pendelartige Bewegungen einzelner gestreckter Pseudopodienfäden nicht selten, auch sah er zuweilen einzelne Fäden bei feststehender Basis fortdauernd in der Mantelfläche eines Kegels langsam rotiren, wobei also das Pseudopodienende einen Kreis beschrieb*).

2. Sogen. Sarkodegeissel und contractile Fäden. Bei wenigen Radiolarien treffen wir eigenthümliche Organisationseinrichtungen an, welche am ehesten von umgebildeten Pseudopodien herleitbar erscheinen. Hierher ist zunächst die sogen. Sarkodegeissel zu rechnen, welche Häckel und Krohn zuerst bei gewissen Disciden (Euchitonia) und Spongodisciden (Spongocyclia z. Th. und Spongasteriscus) beobachteten (XXV. 3; XXVI. 6). Nach den neueren Untersuchungen Hertwig's (33) ist dieselbe kein geisselartiges Gebilde, wie Häckel wohl vermuthete, sondern hervorgegangen aus einem Büschel sehr dicht stehender Pseudopodien, welche peripherisch mit einander verschmolzen sind.

Die mit solcher Sarkodegeissel ausgerüsteten Disciden und Spongodisciden zeigen übereinstimmend eine schon früher geschilderte zweiseitige Gestaltung und durch das Auftreten der Sarkodegeissel wird diese Zweiseitigkeit noch erhöht, da dieselbe sich in der Medianebne an einem Körperende entwickelt; bei Euchitonia in dem Ausschnitt zwischen zwei häufig eigenthümlich ausgebildeten Armen und in ähnlicher Stellung auch bei den beiden Spongodiscidengattungen.

Die langgestreckt kegelförmige Geissel ist nicht ganz homogen, wie Häckel angab, sondern ihr basaler Abschnitt fein längsstreifig, da die zusammengetretnen Pseudopodien hier nicht völlig verschmolzen sind; auch feine Körnchen bemerkt man in ihr und kann deren Circulation beobachten. Dass wirklich eine solche Verschmelzung von Pseudopodien der Sarkodegeissel den Ursprung gab, geht wohl sicher daraus hervor, dass Hertwig einmal ein nachträgliches Hinzutreten und Verschmelzen eines weiteren Pseudopodiums beobachtete. Spontane Bewegungen führt dieser Anhang nicht aus, dagegen schlängelt und krümmt er sich bei Reizung, so dass er häufig in solcher Gestalt zur Beobachtung kommt. Dieses Verhalten spricht jedenfalls dafür, dass die Pseudopodien, welche die Sarkodegeissel aufbauen, doch eine etwas aussergewöhnliche Natur besitzen. Von besonderem Interesse ist schliesslich die Beobachtung Hertwig's, dass die Geissel sich bis zum Nucleus in den Weichkörper des Thieres hinein verfolgen lässt; die Geisselpseudopodien müssen daher

*) Ich kann diesem zufügen, dass ich schwache, schwingende, pendelartige Bewegungen einzelner Pseudopodien auch bei marinen Rhizopoden (so z. B. Lagena) beobachtet habe.

wohl in die Kategorie der Axenfäden führenden eingereiht werden, doch erfordert die genaue Feststellung dieses Verhaltens erneute Untersuchungen.

Als Gebilde, welche einer besondren Differenzirung pseudopodienartiger Fortsätze der extrakapsulären Sarkode ihren Ursprung verdanken, müssen auch die sogen. Gallertcilien der Acanthometriden betrachtet werden. Diese, von J. Müller schon beobachteten und auch von Häckel eingehend studirten Gebilde erheben sich in sehr verschiedner Zahl (5—80) in einem Kranz von der Höhe der sogen. Gallertscheiden um die aus der Gallerte hervorschauenden Enden der Skeletstacheln (XXVII. 4, gc). In einer gewissen Entfernung von ihrem Ursprung legen sie sich an einem Punkt des Stachels an. Müller und Häckel glaubten in ihnen irrthümlich die gallertig veränderten Pseudopodien zu erblicken, ähnlich wie sie ja auch die Gallerte auf eine gallertige Umbildung oder Ausschwitzung des extrakapsulären Plasmas und der Pseudopodien zurückführten. Hertwig (33) hat dagegen diese Gallertcilien als Gebilde sehr eigenthümlicher Natur erkannt, welche durchaus nichts mit der Gallerte gemein haben, sondern sehr contractile Fäden sind, die ohne Zweifel eigenthümlich differenzirte Theile des Plasmas vorstellen. Ihre Substanz ist ganz homogen, nicht fibrillär differenzirt. In normalem, ungestörtem Zustand sind die Cilien scharf umschriebne Fäden, welche nach ihrem peripherischen Ende sehr fein auslaufen. Bei schwacher mechanischer Reizung contrahiren sie sich etwas und ziehen die Gallertscheide, da die Anheftungsstelle der Fäden am Stachel intact bleibt, etwas nach der Stachelspitze empor; gleichzeitig führen sie auch schlängelnde und wurmartige Bewegungen aus. Bei länger dauernder oder stärkerer Reizung verkürzen sie sich sehr, bis zu $^1/_4$ ihrer ursprünglichen Länge und lösen sich von dem Stachel ab, behalten jedoch ihre Verbindung mit der Gallertscheide; nur in diesem Zustand wurden sie von Müller und Häckel beobachtet, welche deshalb auch ihre wahre Natur verkannten. Beim Nachlass des Reizes stellt sich allmählich der ursprüngliche Zustand wieder her. Einwirkung tödtender Reagentien (Osmiumsäure) ruft die Maximalcontraction momentan hervor. Aus diesem Verhalten der contractilen Fäden geht hervor, dass sich ihre Masse der contractilen Substanz des Muskels näher anschliesst, wie dem gewöhnlichen Plasma.

Interessant ist, dass sich bei Acanthochiasma, wie gleichfalls Hertwig feststellte, statt gesonderter contractiler Fäden, eine zusammenhängende trichterförmige, contractile Membran um das peripherische Ende der Stacheln findet (XXVII. 12). Diese längsstreifige Membran ist im Ruhezustand sehr in die Länge gezogen, so dass sie sich dem Stachel, an welchem ihr verschmälertes Ende befestigt ist, recht dicht anschmiegt (12 b). Rings ist sie von der Gallerte eingeschlossen. Im contrahirten Zustand verkürzt sie sich, bleibt jedoch am Stachel festgeheftet, nur hebt sich ihr centrales Ende vom Stachel mehr ab (12 a).

Die wahrscheinliche physiologische Bedeutung der contractilen Fäden wurde schon vorhin kurz betont; sie haben wohl die Gallerte an den

Stacheln empor zu ziehen und rufen daher nach Hertwig's Vermuthung eigentlich die Gallertscheiden hervor. Welche Bedeutung dagegen wiederum die Gestaltsveränderungen der Gallerte besitzen mögen, ist bis jetzt nicht recht ermittelt, wiewohl mir die Ansicht Hertwig's nicht unplausibel erscheint, welcher diesen Gestaltsveränderungen der Gallerte einen Einfluss auf das Ab- und Aufsteigen unsrer Organismen im Wasser zuschreiben möchte. Es scheint mir dies um so annehmbarer, als die Gallertentwicklung der Radiolarien, welche wir ähnlich auch bei den pelagischen Rhizopoden antrafen, wohl überhaupt zur Schwimmfähigkeit in inniger Beziehung steht.

3. Bewegungserscheinungen. Ueber die Bewegungsvorgänge der Radiolarien ist im Allgemeinen ebensowenig Sicheres bekannt, wie über die der Heliozoën, welchen sie sich in diesen Beziehungen ohne Zweifel am meisten nähern. Die directe Beobachtung hat ergeben, dass Radiolarien auf einer festen Unterlage mit Hülfe ihrer Pseudopodien schwache, wälzende oder drehende Körperbewegungen ähnlich wie die Rhizopoden und Heliozoën auszuführen im Stande sind, jedoch sind diese Bewegungen im Allgemeinen weniger energisch wie die der Rhizopoden und kommen auch wohl in der Natur seltner zu Stande, da die meisten Radiolarien wohl sicher eine schwimmende Lebensweise führen. Hierauf weist wenigstens ebenso die directe Beobachtung wie ihre gesammte Organisation hin. Bei diesen schwankenden und wälzenden, zuweilen ruckweise erfolgenden Bewegungen dienen den bestachelten Formen die Stacheln gewissermaassen als Stützen, auf welchen sie sich hin- und herbewegen.

Unerklärt ist bis jetzt auch für die Radiolarien der Vorgang des Schwimmens geblieben. Zum Theil mag dieses Schwimmen, wie Häckel vermuthet, wenn es an der Oberfläche des Wassers statthat, gar kein eigentliches Schwimmen sein, sondern ein Anheften an dem Oberflächenhäutchen des Wasserspiegels vermittels der Pseudopodien. Doch bemerken wir auch wirkliches, unzweifelhaftes Schwimmen unter der Oberfläche und wissen ja namentlich durch die neueren Forschungen, dass die Radiolarienwelt durchaus nicht auf die Oberfläche beschränkt ist. Eine einfache Ueberlegung verbietet jedoch die Annahme, dass diese unter der Oberfläche weilenden Formen etwa in fortdauerndem langsamen Sinken begriffen seien.

An und für sich ist es ja sehr begreiflich, dass solch kleine Wesen, deren specifisches Körpergewicht sich im Ganzen nur sehr wenig über das des umgebenden Wassers erheben wird, lange Zeit im Wasser suspendirt bleiben und nur sehr langsam sinken werden. Die Langsamkeit des Sinkens wird noch dadurch verstärkt werden, dass der meist ansehnliche Gallertmantel, dessen specifisches Gewicht das des Seewassers kaum übertreffen dürfte, das Volum des Organismus beträchtlich vermehrt und daher durch Vergrösserung der Oberfläche, bei gleichzeitiger Herabsetzung des specifischen Gewichtes des Gesammtkörpers, den Wider-

stand des Wassers sehr erhöht. Eine derartige Erhöhung des Wasserwiderstandes wird jedoch noch weiterhin durch die reichliche Alveolenbildung, welche namentlich bei grösseren Formen und den Kolonien die Gallerte noch mehr aufbläht, sowie durch die allseitig ausstrahlenden feinen Pseudopodien eintreten. Auch die Oelkugeln werden bei reichlichem Vorkommen oder bei umfangreicher Ausbildung gleichfalls zur Verringerung des specifischen Gewichtes und dadurch zur Erhöhung des Schwimmvermögens beitragen. Im Hinblick auf die Verhältnisse gewisser Rhizopoden verdient es jedoch wohl besonderer Erwähnung, dass Gasentwicklung bis jetzt bei Radiolarien noch niemals beobachtet wurde.

Alle im Obigen aufgeführten Verhältnisse zusammengefasst, sind dennoch nicht im Stande, uns das dauernde Schwimmen der Radiolarien in einer bestimmten Wasserzone zu erklären, so dass die Wahrscheinlichkeit dafür spricht, dass, wie J. Müller und Häckel vermuthen, schwache active Bewegungen, wahrscheinlich solche der Pseudopodien, das Schwimmen unterstützen.

Gar nicht erklärbar durch die oben zusammengestellten thatsächlichen Verhältnisse sind jedoch die auch bei den Radiolarien mit ziemlicher Sicherheit constatirten aufsteigenden Bewegungen im Wasser. Für die Erscheinung des Sinkens können wir wie bei den Heliozoën vielleicht eine Vergrösserung des specifischen Gewichtes direct heranziehen, indem mancherlei Anzeichen dafür sprechen, dass der Wassergehalt der Gallerte ein veränderlicher ist und eine Verringerung desselben wird demnach durch eine Erhöhung des specifischen Gewichtes des Gesammtorganismus zum Sinken beitragen. Ausserdem kann dies jedoch auch vielleicht noch unterstützt werden durch Verringerung des Wasserwiderstandes, hervorgerufen durch Einziehung der Pseudopodien oder durch Gestaltsveränderung der Gallerthülle, wie wir sie bei den Acanthometriden durch die sogen. Gallertcilien ermöglicht fanden. Ein Zurückziehen der Gallertscheiden von den Stacheln durch Nachlassen der Contraction der Gallertcilien wird eine Abrundung der gesammten Gallerthülle und damit eine Verringerung des Wasserwiderstandes zur Folge haben.

Die mehrfach hervorgehobne Erscheinung, dass frisch eingefangene Radiolarien nicht mehr an der Oberfläche des Wassers schwimmen, sondern zu Boden sinken, spricht im Allgemeinen für die Wahrscheinlichkeit der angegebnen Ursachen des Sinkens, da bekanntermaassen wenigstens ein Theil derselben bei mechanischer Reizung, wie sie beim Einfangen unvermeidlich ist, hervorgerufen wird.

Für die aufsteigenden Bewegungen, wie sie von Häckel bei eingefangenen Radiolarien anscheinend ziemlich sicher constatirt wurden, und wie sie sich auch aus dem wechselnden Erscheinen und Verschwinden der pelagischen Radiolarienfauna an der Meeresoberfläche im Zusammenhang mit der Witterung ergeben, besitzen wir, wie bemerkt, bis jetzt keine befriedigende Erklärung, ebenso wenig wie bei den Heliozoën.

Die Annahme activer Thätigkeit der Pseudopodien zur Vermittelung dieses Aufsteigens scheint mir im Allgemeinen nicht sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich zu haben, bedarf jedoch im Hinblick auf die innigen Beziehungen zwischen gewöhnlichen Pseudopodienbildungen und den geisselnden Bewegungsorganen der höheren Protozoën immerhin weiterer Verfolgung durch erneute Beobachtungen. Im Allgemeinen ist jedoch bis dato diese Erscheinung noch so wenig aufgeklärt, dass es selbst nicht ausgeschlossen erscheint, dass es sich hierbei nur um passive Strömungserscheinungen oder durch Zunahme des specifischen Gewichts des umgebenden Wassers bedingte Bewegungen handelt.

4. Nahrungsaufnahme und Ernährung der Radiolarien überhaupt. Auch über diesen Vorgang sind unsere Erfahrungen sehr unvollständig; nur bei Häckel finden wir eingehendere, doch im Ganzen wenig ausführliche Mittheilungen hierüber. Hiernach soll die Nahrungsaufnahme sich genau in der früher für die reticulären Rhizopoden geschilderten Weise mit Hülfe der Pseudopodien vollziehen. Auch sollen die Pseudopodien, wie wir das Gleiche schon bei Rhizopoden und Heliozoën anzuführen hatten, einen rasch lähmenden Einfluss auf kleinere Infusorien ausüben. Ist die aufzunehmende Nahrung von einem oder einigen Pseudopodien ergriffen, so strömt gewöhnlich das Plasma durch die Pseudopodien reichlich zu ihr hin, sie wird völlig von Plasma umhüllt und schliesslich durch Rückfluss der Pseudopodien bis in den sogen. Mutterboden herabgeführt. In diesem hat Häckel vielfach die mannigfaltigsten Nahrungskörper, theils ganze einzellige Thiere oder Pflänzchen, theils dagegen Bruchstücke derselben und anderer Organismen beobachtet.

Als solche Nahrungskörper fanden sich namentlich häufig Diatomeen und Infusorien, speciell die an der Oberfläche des Meeres so häufigen Tintinnoiden. Auffallend erscheint es, dass K. Brandt*) dagegen neuerdings entschieden leugnet, dass die Sphaerozoëen feste Nahrung zu sich nehmen, sondern ihre Ernährung auf die Gegenwart der später zu besprechenden, ohne Zweifel parasitischen, gelben Zellen zurückzuführen sucht. Es mag deshalb hier noch besonders betont werden, dass sich auch Cienkowsky (23) von der Aufnahme von Tintinnoiden in das extrakapsuläre Plasma überzeugte und sich direct über deren Assimilation versicherte, da er das gelbe Pigment der Tintinnoiden das umgebende Radiolarienplasma gelb färben sah. Angesichts dieser Angabe kann ich daher vorerst nicht zweifeln, dass auch die Radiolarien mit gelben Zellen feste organische Nahrung in sich aufnehmen. Eine Bildung von Nahrungsvacuolen scheint nie stattzufinden.

In die Centralkapsel dringt, wie begreiflich, die Nahrung nie ein, wie es andrerseits auch natürlich erscheint, dass bei Radiolarien mit feinmaschiger, allseitig geschlossener Skeletschale grössere Nahrungspartikel

*) K. Brandt. Ueber das Zusammenleben von Thieren und Algen. Verh. der physiol. Gesellsch. zu Berlin Jahrg. 1881–82 p. 22—26.

nicht ins Schaleninnere aufgenommen werden können, sondern ausserhalb derselben ihrer assimilirbaren Bestandtheile beraubt werden, ähnlich wie dies bei zahlreichen marinen Rhizopoden ebenfalls statthat.

Wie aus dem vorstehend Bemerkten hervorgeht, ist unsre Kenntniss der Ernährungsverhältnisse der Radiolarien bis jetzt eine recht beschränkte, ja es sind hier noch tiefgehende Widersprüche zu lösen.

5. Die Fortpflanzung der Radiolarien.

A. Vermehrung durch einfache Theilung und Koloniebildung.

Beweisende Beobachtungen über einfache Theilungserscheinungen der Radiolarien liegen bis jetzt nur in sehr spärlicher Zahl vor, so dass der ganze Vorgang noch eine gewisse Unsicherheit darbietet. Ob wir hieraus zu schliessen berechtigt sind, dass der Vermehrungsvorgang durch einfache Theilung, welchen wir bei den beiden schon besprochnen Abtheilungen der Sarkodinen eine wesentliche Rolle spielen sahen, in dieser Abtheilung überhaupt nur eine sehr untergeordnete Bedeutung besitzt, ist wohl schwer mit Sicherheit zu entscheiden.

Im Wesentlichen stützt sich die Annahme von Theilungsvorgängen der Radiolarien auf Beobachtungen gewisser Zustände der Centralkapsel, welche es in hohem Grad wahrscheinlich machen, dass sich eine derartige Vermehrung findet; dagegen liegt bis jetzt keine directe Beobachtung eines wirklichen Theilungsactes des ganzen Radiolarienorganismus vor.

Schon Häckel beobachtete in den Kolonien der Sphaerozoëen sehr häufig ellipsoidisch verlängerte und bisquitförmig eingeschnürte Centralkapseln, welche in sehr verschiednen Stadien zu verfolgen waren. Die weitere häufige Beobachtung zweier dicht neben einander gelagerter kleiner Kapseln, welche ungezwungen aus der Theilung einer bisquitförmig eingeschnürten hergeleitet werden konnten, liess Häckel die geschilderte Erscheinung mit Recht auf Vermehrung durch Theilung zurückführen. Bei der mit gitterförmiger kugliger Kieselschale versehenen Collosphaera beobachtete Häckel solche Theilungsvorgänge nur an den noch unbeschalten, jüngeren Kapseln im centralen Theil der Kolonie (XIX. 5a). Auch Cienkowsky (23) konnte diese Beobachtung bei Collosphaera bestätigen und sprach sich entschieden für die Vermehrung der Kapseln durch Theilung aus. Bei Collozoum hat er sogar wurmförmig verlängerte jugendliche Kapseln beobachtet, welche durch mehrere Einschnürungen in eine grössere Anzahl Theilstücke zerfielen. Auch Hertwig (28) schliesst sich der Häckel'schen Ansicht von der Theilung der Centralkapseln der Sphaerozoëen an und findet einen weiteren Beleg für deren Richtigkeit in seiner Beobachtung, dass bei bisquitförmigen Kapseln die zahlreichen Kerne des Kapselinhalts in zwei Haufen zusammengelagert sind, welche sich auf die beiden Lappen der Kapsel vertheilen (XVIII. 6c).

Die Richtigkeit der Häckel'schen Ansicht von der Theilung der Centralkapsel der Sphaerozoëen erhielt eine weitere Bestätigung durch die Beobachtungen Hertwig's an Phaeodarien. Bei tripylen Formen dieser Abtheilung (Aulacantha, Aulosphaera und Coelacantha) traf der genannte Forscher, ähnlich wie Häckel schon früher einmal bei der ebenfalls hierhergehörigen Thalassoplancta, Exemplare mit zwei Centralkapseln; weiterhin jedoch auch solche, bei welchen die Centralkapsel bisquitförmig eingeschnürt bis nahezu durchgeschnürt war (XXXII. 11, 9a). Die Einschnürungsebne war die Medianebne der zweiseitigen Kapsel, ging demnach durch die Hauptöffnung und mitten zwischen den beiden Nebenöffnungen hindurch. Statt der einfachen Hauptöffnung fanden sich bei diesen Kapseln jedoch zwei dicht bei einander stehende vor, noch umgeben von einem gemeinsamen, jedoch mehr oder minder durchgeschnürten Strahlenhof, der, wie früher geschildert wurde, von der inneren Kapselhaut gebildet wird. Besonders wichtig erscheint jedoch, dass derartige Kapseln auch zwei Kerne enthielten, in jeder Hälfte einen, ähnlich wie bei den bisquitförmig eingeschnürten Kapseln der Sphaerozoëen sich gewöhnlich statt der einen ansehnlichen centralen Oelkugel deren zwei in regulärer Vertheilung auf die beiden Hälften vorfinden. Die gesammte Erscheinung dieser Kapseln ist entschieden die von Theilungszuständen. Auch Hertwig hält die Vermuthung, dass dieselben etwa durch Copulation hervorgegangne, unvollständige Verschmelzungszustände zweier ursprünglich getrennter Kapseln seien, für wenig wahrscheinlich. Dies ist namentlich auch deshalb sehr unwahrscheinlich, weil die Skeletverhältnisse derartiger Thiere, soweit bekannt, durchaus nichts Anomales darboten, was doch wohl sicherlich der Fall sein müsste, wenn sich zwei skeletführende Thiere durch einen Copulationsact vereinigt hätten. Die Annahme aber, dass sich der erwähnte Zustand der Kapsel von einem Copulationsact im jugendlichen, skeletlosen Zustand herschreibe, lässt sich gleichfalls durch nichts begründen. Immerhin ist es bis jetzt noch nicht geglückt, das weitere Verhalten dieser Kapseln zu verfolgen.

B. Koloniebildung der Radiolarien.

Die bis jetzt noch bei keiner der besprochnen Abtheilungen vermisste koloniale Vereinigung zahlreicher Einzelthiere ist auch unter den Radiolarien bei einer Abtheilung, den sogen. Sphaerozoëen (oder Symbelaria + Syncollaria, wie sie Häckel neuerdings zu nennen vorschlägt) sehr ausgeprägt. Auch diese kolonialen Verbände nehmen ihre Entstehung wohl sicher durch wiederholte Theilung eines ursprünglich einfachen Individuums, wofür die Belege schon in dem vorhergehenden Abschnitt gegeben worden sind. Solitäre, einzeln lebende Individuen dieser Formen, welche man gelegentlich findet, lassen sich entweder als direct aus einem der später zu besprechenden Schwärmsprösslinge hervorgegangen betrachten oder auch als losgelöste Individuen einer Kolonie. Jedenfalls können sich solche Einzelthiere, durch Vermehrung der Centralkapsel zu kolonialen Verbänden entwickeln.

Die Kolonien der Sphaerozoëen zeichnen sich, wie zu erwarten, durch nicht unbeträchtliche Grösse aus; dieser Umstand, sowie die Häufigkeit gewisser Sphaerozoëen macht, dass sie zu den am frühesten entdeckten und genauer studirten Radiolarien gehören. Schon Meyen beurtheilte sie richtig als koloniale Verbände und verglich sie den Aggregaten der als Palmellen bekannten, einzelligen Algen. Auch erkannte er schon richtig die Bedeutung, welche die Gallertentwicklung für den Zusammenhalt der ganzen Kolonie besitzt. Ebenso sprach sich auch J. Müller mit Bestimmtheit für die koloniale Natur der Sphaerozoëen aus, wogegen Häckel (16) zwar die Berechtigung einer solchen Auffassung, namentlich bei speciell morphologischer Betrachtung, anerkannte, aber doch die physiologische Einheit der Kolonien sehr betonte, welche gestatte, dieselben auch als Einzelindividuen zu betrachten, die eine Vermehrung gewisser Organe, d. h. der Centralkapseln, erfahren haben. Häckel wurde dabei wesentlich durch seine Auffassung der Centralkapsel als Fortpflanzungsorgan geleitet. Ohne nun die physiologische Einheit der Sphaerozoëenkolonien zu leugnen, welche Einheit ja überhaupt den Charakter der Kolonie gegenüber blossen Aggregationen von Individuen bedingt, müssen wir uns doch mit den übrigen Forschern dafür aussprechen, dass allein die Auffassung dieser Zustände als kolonialer Verbände, ähnlich denjenigen anderer Sarkodinen, zulässig erscheint, da wir eben, wie schon mehrfach betont, den wesentlichsten Theil des Körpers eines Radiolarienindividuums in seiner Centralkapsel erkennen; viele mit einander durch die extrakapsuläre Sarkode vereinigte Centralkapseln erscheinen uns daher auch entschieden als koloniale Vereinigungen zahlreicher Individuen.

Der allgemeine Bau solcher Kolonien lässt sich mit wenig Worten schildern. Mehr oder minder zahlreiche, häufig sehr viele, hunderte von Centralkapseln sind dadurch in eine innige Vereinigung getreten, dass die Gallerte aller zu einer gemeinsamen Masse, in welche die einzelnen Centralkapseln eingebettet sind, verschmolzen ist (XVIII. 6d; XIX. 3). Von der dünnen Schicht extrakapsulären Plasmas, welche jede Centralkapsel umhüllt, entspringen auch hier zarte Plasmanetze, welche die gemeinsame Gallerte durchsetzen, und sich unter einander vielfach anastomosirend vereinigen. In solcher Weise stehen demnach sämmtliche Einzelindividuen durch ihre extrakapsuläre Sarkode unter einander in lebendiger Verbindung. Von der Oberfläche der Kolonie erhebt sich an lebensfrischen Exemplaren ein dichter, allseitiger Wald feiner Pseudopodien. Weiterhin gesellt sich als sehr wichtige Organisationseigenthümlichkeit aller dieser Kolonien noch die reichliche Entwicklung extrakapsulärer, die gesammte Gallerte dicht durchsetzender Vacuolen oder Alveolen hinzu.

Die Gestalt und Grösse solcher Kolonien zeigt vielfachen Wechsel; kleinere besitzen gewöhnlich eine ziemlich sphärische Gestaltung und erreichen etwa eine Grösse von 5 Mm. im Durchmesser. Grössere dagegen nehmen meist eine etwas längsgestreckte, ellipsoidische bis wurstförmige Gestalt an, ja werden schliesslich lang cylindrisch und können eine Länge

von 50 Mm. erreichen (XVIII. 6 a). Hiermit ist jedoch die Mannigfaltigkeit der Gestaltung nicht erschöpft; die langgestreckten Kolonien zeigen nicht selten zahlreiche quere Einschnürungen, so dass das Gesammtbild etwa das einer Perlschnur wird (6 b). Sehr merkwürdig ist die von Häckel zwar nur einmal bei Collozoum inerme beobachtete Form, wo eine solche Kolonie einen ziemlich ansehnlichen schmalen, geschlossnen Ring bildete, welcher aus zahlreichen kleinen keilförmigen Stücken zusammengesetzt war (6 c).

Einige Verschiedenheit weist auch die Vertheilung und Anordnung der einzelnen Individuen in der gemeinsamen Gallerte auf. Der gewöhnliche Zustand möglichst intacter Kolonien ist der, dass die einzelnen Centralkapseln oder Nester, wie sie von J. Müller bezeichnet wurden, sich in einer peripherischen Zone dicht unter der Oberfläche vorfinden. Das Innere der Kolonie wird dann entweder von Gallerte, welche von zahlreichen Vacuolen durchsetzt ist, gebildet, oder es findet sich eine sehr grosse, centrale Vacuole vor, welche das Innere der Kolonie einnimmt und um welche die Zone von Centralkapseln lagert.

Diese grosse centrale Vacuole, welche hauptsächlich bei Collosphaera beobachtet wurde (XIX. 5 a, alv), die jedoch auch bei anderen Sphaerozoëen anzutreffen ist, besitzt nach den Beobachtungen Hertwig's eine wirkliche Membran und dürfte daher gewissermaassen als ein Stützapparat der Kolonien beansprucht werden*). Eine Hinneigung zur Ausbildung einer solchen Vacuole dürfte vielleicht auch darin gefunden werden, dass bei Gegenwart zahlreicher zuweilen eine Vergrösserung derselben nach dem Centrum der Kolonie zu stattfindet.

In Kolonien, welche beim Fang gestört wurden und daher ihre volle Lebensfrische nicht mehr besitzen, ziehen sich die Centralkapseln gewöhnlich mehr von der Oberfläche zurück, ja rücken bis gegen das Centrum der ganzen Kolonie zusammen.

Hieraus scheint hervorzugehen, dass die Centralkapseln eine gewisse Beweglichkeit in der Gallerte der Kolonie besitzen, eine Beweglichkeit, welche ohne Zweifel auf die Thätigkeit der extrakapsulären Sarkode zurückzuführen ist.

Dieselben Anordnungsverhältnisse der Centralkapseln, über welche wir soeben berichteten, namentlich die gelegentliche Ausbildung einer ansehnlichen, centralen Vacuole, kehren auch bei den einzelnen Gliedern der perlschnurförmigen Kolonien von Collozoum wieder. Die perlschnurförmige Gestaltung beruht überhaupt darauf, dass jedes Glied eine ansehnliche centrale Vacuole einschliesst, welche seine Hervorwölbung bedingt. Alle diese Vacuolen bilden in ihrer Aneinanderreihung gleichsam eine Axe der Kolonie.

Bei Besprechung dieser Verhältnisse müssen wir gleichzeitig einen Blick auf die mögliche Bedeutung der perlschnurförmigen Kolonien

*) Die centrale, sehr weiche und flüssigkeitsreiche Gallertkugel, von welcher Brandt (36) bei Collosphaera spinosa und Collozoum coeruleum spricht, ist wohl ohne Zweifel identisch mit der geschilderten grossen Vacuole früherer Forscher.

werfen. Häckel und Hertwig sind geneigt, in ihnen die Vorbereitungsstadien zu einem Vermehrungsvorgang der Kolonie zu erkennen. Sie glauben, dass sich die einzelnen Glieder später von einander ablösen; jedoch ist bis jetzt durch directe Beobachtung eine solche Vermehrung der Kolonien noch nicht constatirt worden und Brandt (36) glaubt dieselbe zurückweisen zu müssen, da er bei lang fortgesetzter Beobachtung derartiger Kolonien keinerlei Veränderung derselben wahrnehmen konnte.

Wir haben bei den Heliozoën erfahren, dass individuenreiche Kolonien in mehrere individuenärmere zu zerfallen im Stande sind und dürfen einen solchen Vorgang daher an und für sich nicht für unwahrscheinlich halten. Eine solche Vermehrung der Kolonien durch Zerfall besitzt ein ziemlich hohes allgemeines Interesse, weil dadurch eine mit dem Organismus der höheren, vielzelligen Thiere vergleichbare, individuelle Einheitlichkeit der Kolonie gegeben wird.

C. Fortpflanzung der Radiolarien durch Schwärmerbildung.

Schon den ersten genaueren Beobachtern unsrer Abtheilung fiel es auf, dass die Centralkapsel gewisser Individuen zuweilen von sehr kleinen, sich lebhaft bewegenden, infusorienartigen Körperchen dicht erfüllt war. So hatte schon J. Müller eine solche Beobachtung bei einer Acanthometra gemacht, Schneider (13) fand Aehnliches bei Thalassicolla nucleata und Häckel (16) bei dem Sphaerozoum punctatum. Da jedoch genauere Untersuchungen über die Entstehung dieser Körperchen der Centralkapsel fehlten, so konnten dieselben nur vermuthungsweise mit der Fortpflanzung in Zusammenhang gebracht werden, indem es ja leicht nur parasitäre Organismen sein konnten, wie sie bei der Untersuchung der Fortpflanzungsvorgänge anderer Protozoën vielfach irregeleitet haben. Erst die interessanten Untersuchungen Cienkowsky's (23) brachten den Nachweis, dass diese flagellatenartigen Körperchen bei gewissen Sphaerozoëen thatsächlich aus einem Zerfall des Centralkapselplasmas hervorgehen und jedenfalls mit Recht als Schwärmer zu betrachten sind, welche in den Entwicklungskreis der betreffenden Radiolarien gehörten. In der Folge wurden diese Untersuchungen von Hertwig (28) bestätigt und erweitert; auch K. Brandt (36) trug neuerdings zu ihrer weiteren Vervollkommnung bei.

Leider sind aber bis jetzt alle Versuche missglückt, welche darauf gerichtet waren, die Weiterentwicklung der flagellatenartigen Schwärmer zur typischen Radiolariengestalt zu verfolgen, so dass also noch eine störende Lücke in der Fortpflanzungs- und Entwicklungsgeschichte der Radiolarien auszufüllen bleibt. Stets starben die freigewordnen Schwärmer nach kurzer Frist (höchstens 1—2 Stunden) ab, ohne einen Fortschritt in der Entwicklung zu verrathen.

Die koloniebildenden Sphaerozoëen haben nicht nur anfänglich, sondern auch in der Folge das wesentlichste Material zu genaueren Ermittlungen über diesen Fortpflanzungsact geliefert, wozu die Häufigkeit ihres Vorkommens wohl hauptsächlich beitrug; was wir über diese Vorgänge

bei anderen Radiolarienabtheilungen wissen, ist im Ganzen wenig mehr wie ihre Existenz bei einigen und einiges Genauere bei einer Collide, der häufigen Thalassicolla nucleata.

Unsere Darstellung wird daher auch zunächst die Verhältnisse bei den Sphaerozoëen ins Auge fassen müssen.

Wie schon früher bemerkt, unterliegt es keinem Zweifel, dass bei den Radiolarien die frühere oder spätere Ausbildung des mehr- bis vielkernigen Zustandes auf den zu beschreibenden Fortpflanzungsact durch Schwärmerbildung hinzielt, so dass sich hieraus schon entnehmen lässt, dass das gelegentliche Auftreten zahlreicher kleiner Kerne in der Centralkapsel gewisser, für gewöhnlich einkerniger Formen ein vorbereitendes Stadium der Schwärmerbildung darstellt.

Bei den Sphaerozoëen tritt jedoch, wie uns schon bekannt, der vielkernige Zustand sehr frühzeitig im Leben des Individuums auf, so dass wir nur selten einkernigen Zuständen begegnen.

Sehr eigenthümlich erscheint es jedoch und verdient im Voraus einige Beachtung, dass der Vorgang der Schwärmerentwicklung bei den Sphaerozoëen nicht immer den gleichen Verlauf nimmt, sondern dass bei gewissen Formen sicher, vielleicht jedoch bei allen, zwei verschiedne Modi der Schwärmerentwicklung auftreten, welche auch zu einem verschiednen Endresultat, d. h. zu zwei verschieden gebauten Schwärmerformen hinführen.

Die Hervorbildung der Schwärmer scheint bei den Sphaerozoëen sehr allmählich zu geschehen, wenigstens gehen die vorbereitenden Stadien der reichlichen Kernvermehrung sehr allmählich vor sich. Für beide Modi der Schwärmerbildung bilden Kolonien den Ausgangspunkt, deren Centralkapseln einen mässigen, centralen Kernhaufen einschliessen. Bei dem ersten und einfacheren Modus der Schwärmerbildung, der Bildung der sogen. Krystallschwärmer, tritt unter gleichzeitigem Wachsthum der Centralkapsel eine lebhafte successive Vermehrung der Kerne ein, welche schliesslich zu einer dichten Erfüllung des Centralkapselplasmas mit kleinen, wie schon früher bemerkt, völlig oder nahezu homogenen Kernen führt. Das Genauere über die Art dieser Kernvermehrung ist schon früher von uns besprochen worden. Im spärlichen Plasma, welches die dicht gedrängten Kerne unter einander verkittet, bilden sich im weiteren Verlauf kleine, etwa wetzsteinförmige Kryställchen aus, welche allmählich aus minutiösen Anfängen hervorwachsen und sich in gleicher Zahl wie die Kerne einstellen. Zu jedem der Kerne gesellt sich in dieser Weise ein Kryställchen hinzu (XVIII. 6k). Ausserdem fanden sich schon früher im Plasma zahlreiche feine Fettkörnchen vertheilt, welche sich gleichfalls so gruppiren, dass jedem Kern einige wenige Fettkörnchen anliegen. Hand in Hand mit dem Anwachsen der sogen. wetzsteinförmigen Kryställchen vermehren sich auch die Fettkörnchen in der Umgebung jedes Kernes. Das Auftreten aller dieser zahlreichen, sehr verschieden lichtbrechenden Elemente bewirkt, dass die Durchsichtigkeit der Kapseln sich successive

vermindert, bis sie schliesslich ganz undurchsichtig, schwarz oder im auffallenden Lichte weisslich erscheinen.

Auf dieses Entwicklungsstadium vollzieht sich nun eine tiefgehende Umbildung der gesammten Kolonie, welche sich vielleicht am ehesten den Vorgängen vergleichen lässt, die den Encystirungs- und Fortpflanzungsprocess gewisser Heliozoën (vergl. Actinosphaerium p. 313) einleiten.

Die Pseudopodien werden eingezogen, die extrakapsulären Vacuolen verschwinden und indem die Kapseln sich allmählich zu einem Haufen im Centrum der Kolonie zusammenziehen, hört deren Schwimmbefähigung auf und sie sinkt zu Boden (wenigstens trat diese Erscheinung bei der Züchtung in Versuchsgläsern stets ein).

Eigenthümlich ist weiterhin, dass die gewöhnlich in Ein- oder Mehrzahl vorhandnen intrakapsulären Oelkugeln nach den Erfahrungen Hertwig's um diese Zeit allmählich einer Rückbildung unterliegen. Schon früher wurde darauf hingewiesen, dass Hertwig aus den Erscheinungen dieser Rückbildung schliesst, dass ein eiweissartiges Substrat diese Oelkugeln imprägnire. Es stellen sich diese Rückbildungszustände nämlich als helle blasenartige, einige Fettkörnchen einschliessende Körper dar, welche bei Zusatz von Reagentien gerinnen. Aus diesen Vorgängen lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen, dass die Resorption der Oelkugeln mit der Entstehung der Fettkörnchen um die Kerne in ursächlichem Zusammenhange steht, wie zuerst Hertwig aussprach, d. h. dass die Oelkugeln Reservenahrung repräsentiren, welche bei der Schwärmerfortpflanzung auf die einzelnen Sprösslinge vertheilt wird*). Auch die später erst zu besprechenden sogen. extrakapsulären gelben Zellen zerfallen nach Hertwig allmählich; doch hat Brandt neuerdings hervorgehoben, dass eine solche Zerstörung der gelben Zellen durchaus nicht bei sämmtlichen Sphaerozoëen eintrete, speciell dem Sphaerozoum punctatum J. M. sp. und einer weiteren Art fehle, dagegen wohl bei dem von Hertwig hauptsächlich untersuchten Collozoum inerme Hck. und dem Sphaerozoum neapolitanum Brdt. zu beobachten sei. Diese Erfahrungen stehen denn auch im Allgemeinen besser im Einklang mit der jetzt ziemlich zur Geltung gelangten Auffassung der gelben Zellen als parasitäre Algen. Später werden wir diese Angelegenheit im Zusammenhang zu erörtern haben.

Die definitive Bildung der Schwärmsprösslinge im Innern der Kapsel vollzieht sich nun, soweit erforscht, einfach in folgender Weise. Nachdem sich das extrakapsuläre Plasma völlig in die Centralkapsel zurückgezogen hat, zerfällt deren Inhalt durch simultane Zelltheilung in eine der Zahl der Kerne entsprechende grosse Menge von Sprösslingen, von welchen jeder das dem Kern anliegende wetzsteinförmige Kryställchen und eine Anzahl Fettkörnchen einschliesst (XVIII. 6b). Schon innerhalb der Centralkapsel entwickeln diese Schwärmer je eine Geissel und man erblickt sie

*) Cienkowsky (23) dagegen gibt sowohl für Collosphaera wie Collozoum an, dass die Oelkugeln keine Veränderung erleiden und sich an der Bildung der Schwärmer nicht betheiligen.

auch häufig schon in der Kapsel in tumultuarischer Bewegung. Schliesslich platzt die Kapselmembran und entlässt den Schwarm der Sprösslinge. Die Gestalt der ausgebildeten Schwärmer ist eine ungefähr ovale (XVIII. 6n); das eine etwas zugespitzte Ende trägt die nach Hertwig und Brandt einfache Geissel, wogegen Cienkowsky die Schwärmer, wahrscheinlich irrthümlich, als zweigeisselig beschrieb. Dicht hinter der Geisselbasis findet sich im vorderen Körperabschnitt der runde Kern, während hinten das Kryställchen und die Fettkörnchen ihre Lage finden. Solche Krystallschwärmer sind nun ausser bei Collozoum inerme auch bei Collosphaera von Cienkowsky und Hertwig und bei einigen Sphaerozoëenarten von Brandt beobachtet worden.

Der zweite Modus der Schwärmerbildung, welcher bis jetzt nur von Collozoum inerme durch Hertwig genauer geschildert wurde, der jedoch nach Brandt auch bei Sphaerozoum punctatum neben der Krystallschwärmerbildung vorkommt und weiterhin von letztgenanntem Forscher auch bei Sphaerozoum aculeatum beobachtet wurde, verläuft etwas complicirter. Wie früher bemerkt, geht auch dieser Process von einem ähnlichen Zustand aus, wie der erstbeschriebene. Bei der Vermehrung der Centralkapselkerne zeigt sich jedoch die Eigenthümlichkeit, dass die durch successive Vermehrung eines Kernes entstehenden zahlreichen neuen und kleineren zu einem dicht zusammengedrängten Kernhäufchen vereinigt bleiben, so dass, wie schon Cienkowsky fand und Hertwig später genauer darstellte, der Inhalt der Centralkapsel aus einer beträchtlichen Zahl dicht zusammengepackter und daher gegeneinander polygonal abgeplatteter Kernhaufen besteht, welche sich um die centrale Oelkugel vertheilt finden. Zuweilen finden sich im Umkreis der centralen Oelkugel einige kleinere, um welche sich die Kernhaufen rosettenförmig gruppiren (XVIII. 6f) Letztere Zustände sind es wahrscheinlich, welche Häckel einst (16) veranlassten, eine endogene Vermehrung der Centralkapsel bei den Sphaerozoëen anzunehmen, indem er je eine der kleineren Oelkugeln mit den sie umgebenden Kernhaufen für die Anlage einer jungen Centralkapsel hielt.

Jedem dieser Kernhaufen angelagert, bildet sich früher oder später ein Häufchen Fettkörner aus und diese Fettkörnchenbildung schreitet weiter fort, während gleichzeitig eine allmähliche Resorption der grossen und kleineren Oelkugeln stattfindet, bis diese schliesslich völlig schwinden. Damit geht denn auch hier ein Undurchsichtigwerden der gesammten Centralkapsel Hand in Hand, während gleichzeitig dieselben Rückbildungserscheinungen der gesammten Kolonie eintreten, welche wir schon bei dem erstbesprochnen Modus antrafen.

Die schliessliche definitive Ausbildung der Schwärmer vollzieht sich in der Weise, dass jeder der Kernhaufen mit dem ihm zugehörigen Plasma von seiner Oberfläche aus allmählich in zahlreiche Zellen oder Schwärmeranlagen zerfällt, von welchen jede einen der Kerne und ein Häufchen Fettkörner einschliesst (6h, 6i). Hierbei zeigt sich nun aber die auch schon in einer differenten Bildung der Kernhaufen angedeutete Verschiedenheit,

dass zweierlei in ihrer Grösse sich unterscheidende Sprösslinge, sogen. Makro- und Mikrosporen zur Ausbildung gelangen. Die ersteren gehen aus Kernhaufen mit ansehnlicheren und an Zahl geringeren Kernen hervor, welche durch eine beträchtlichere Plasmamenge mit einander vereinigt sind; die letzteren dagegen aus solchen, in welchen die kleineren Kerne so dicht gehäuft sind, dass das sie verbindende Plasma nahezu verschwindet.

Ausser durch den Mangel des krystallinischen Stäbchens unterscheiden sich diese Makro- und Mikrosporen (6m) auch in ihrer Gesammtgestalt nicht unbeträchtlich von den sogen. Krystallschwärmern; sie sind nämlich im Allgemeinen plumper, mehr oval bis nieren- oder bohnenförmig, indem sich über ihre eine Seite, welche auch die etwas von dem Pol abgerückte Geissel trägt, eine schiefe Furche hinzieht. Mit dieser Verlagerung des Geisselursprungs steht weiterhin auch im Zusammenhang, dass das geisseltragende Vorderende nicht so zugespitzt ist, wie bei den Krystallschwärmern. Wie bei diesen letzteren ist auch der Kern im Vorderende gelagert und weiter nach hinten liegt das hier ansehnlichere Häufchen von Fettkörnchen, welches schon früher erwähnt wurde.

Der Grössenunterschied zwischen den sonst sehr ähnlich gebauten Makro- und Mikrosporen ist recht beträchtlich, die ersteren erreichen etwa die doppelte bis dreifache Länge der letzteren.

Es empfiehlt sich, gleich an dieser Stelle die wahrscheinliche Bedeutung der drei Arten von Schwärmsprösslingen zu erörtern. Schon früher wurde betont, dass bis jetzt über das weitere Schicksal derselben durch directe Beobachtung keinerlei Aufschluss gewonnen werden konnte.

Hertwig hielt es für nicht unwahrscheinlich, dass die Krystallschwärmer und die Krystallosen überhaupt nicht in den Entwicklungskreis einer und derselben Art gehörten, sondern dass wahrscheinlich zwei verschiedne, im Uebrigen sehr ähnliche Arten unter der Bezeichnung Collozoum inerme seither vermischt worden seien, welche sich wesentlich nur durch die Verschiedenheit der Schwärmerbildung unterschieden. Die neueren Untersuchungen Brandt's machen es dagegen sehr wahrscheinlich, dass diese beiden Schwärmerformen thatsächlich in den Entwicklungscyclus derselben Art gehören und dass, wie schon früher erwähnt wurde, die zweierlei Sprösslingsformen nicht nur bei dem Collozoum inerme, sondern auch noch bei einer Reihe weiterer Sphaerozoëen, vielleicht sogar bei allen, auftreten. Brandt suchte es daher wahrscheinlich zu machen, dass sich nach Analogie mit den Fortpflanzungsverhältnissen gewisser Algen, bei den Sphaerozoëen ein Generationswechsel finde, d. h. dass die Krystallschwärmer eine ohne Copulation sich weiter entwickelnde Generation darstellten, während die krystallfreien Makro- und Mikrosporen zu ihrer weiteren Entwicklung wahrscheinlich zunächst einen Copulationsact zu vollziehen hätten, d. h. die geschlechtlich differenzirte Generation repräsentirten. Die letztere Vermuthung hatte hinsichtlich der Makro- und Mikrosporen auch schon Hertwig geäussert. So interessant sich nun auch auf Grund dieser Vermuthungen die Fortpflanzung gewisser und vielleicht

aller Radiolarien gestalten würde, so darf doch nicht vergessen werden, dass es sich zunächst um blosse Vermuthungen handelt, welche ihre Stützen nur in Analogien finden. Mit diesem nicht unwahrscheinlichen Copulationsact zwischen Makro- und Mikrosporen ist denn auch Alles gegeben, was wir bis jetzt von dem Auftreten einer solchen Erscheinung im Leben der Radiolarien wissen. Schon früher wurde die grosse Unwahrscheinlichkeit betont, welche ein etwaiger Versuch, die erwähnten Theilungserscheinungen der Phaeodarien und eventuell auch der Sphaerozoëen auf Copulationsvorgänge zu beziehen, haben würde.

Wie schon bemerkt, ist bezüglich der Schwärmerbildung der übrigen Radiolarien bis jetzt nur sehr wenig bekannt. Hauptsächlich bei einer Collide, der Thalassicolla nucleata, sind hierüber noch einige Beobachtungen von Hertwig angestellt worden, welche jedoch keine besonderen Aufschlüsse über den allgemeinen Vorgang eröffneten. Im Ganzen scheint sich der Verlauf der Schwärmerbildung der Thalassicolla ziemlich nahe an den zweitbesprochnen Modus der Sphaerozoëen anzuschliessen.

Wie schon früher ausführlich geschildert wurde, treten unter wahrscheinlicher gleichzeitiger Rückbildung des ursprünglichen centralen ansehnlichen Kernes (Binnenbläschen) im Centralkapselplasma der Thalassicolla zahlreiche kleine Kerne auf, welche sich zu zahlreichen grösseren und kleineren Haufen dicht zusammengruppiren. Die Haufen werden nur durch sehr spärliches Plasma von einander geschieden. Der eigentliche Entwicklungsact der Schwärmer scheint auch im Weiteren ganz ähnlich dem zweiten Modus der Sphaerozoëen zu verlaufen. Der gesammte Centralkapselinhalt scheint zunächst in eine der Zahl der Kernhaufen entsprechende Anzahl Stücke zu zerfallen und jedes dieser sich wieder der Kernzahl entsprechend weiter in zahlreiche einzelne Schwärmsprösslinge zu zerlegen. Man stösst dabei auf Gruppen von Schwärmern in dem Inhalt schon ziemlich reifer Centralkapseln, welche ohne Zweifel aus dem Zerfall der geschilderten Kernhaufen hervorgegangen sind. In solchen Gruppen erscheinen die einzelnen Schwärmer noch mit ihren centralen Enden verschmolzen, d. h. ihre Sonderung ist noch eine unvollständige. Ob sich bei dieser Schwärmerbildung das sogen. Binnenbläschen, d. h. der ursprüngliche, centrale Nucleus, schliesslich völlig zurückbildet, ist bis jetzt noch nicht sicher festgestellt; zur Beobachtung gelangte er wenigstens bei so weit fortgeschrittnen Stadien bis jetzt noch nicht. Sicher erscheint dagegen wohl, dass auch bei Thalassicolla die früher beschriebnen Oelkugeln und Concremente der intrakapsulären Eiweisskugeln im Verlaufe der Schwärmerentwicklung zurückgebildet werden. Der nahezu reifen Centralkapsel fehlten die Oelkugeln ganz, die Concremente dagegen boten ein halbzerstörtes Aussehen dar, welches sich nur als eine allmähliche Auflösung derselben erklären liess. Die reifen Schwärmsprösslinge der Thalassicolla (XVII. 4 b) gleichen den krystalllosen Schwärmern der Sphaerozoëen sehr, namentlich ist die auch hier einfache Geissel ganz ebenso angebracht wie bei diesen. Die noch unreifen Schwärmer besitzen dagegen

ein zugespitztes geisselloses Ende (4b rechts), was sich ohne Zweifel aus ihrer ursprünglichen Zusammendrängung zu Ballen erklärt, in welchen sich die zahlreichen Sprösslinge radial um ein Centrum gruppiren. Alle Schwärmer einer Kapsel besassen die gleiche Grösse, so dass sich demnach bei Thalassicolla eine Erzeugung von Makro- und Mikrosporen entweder nicht findet, oder auf verschiedne Individuen vertheilt erscheint.

Am Schlusse unserer Darstellung der Fortpflanzungsverhältnisse der Radiolarien werfen wir noch einen Blick auf eine bei den koloniebildenden Sphaerozoëen, speciell dem Collozoum inerme Hck.*) zuweilen beobachtete Erscheinung, welche sonder Zweifel mit Fortpflanzungsvorgängen in Zusammenhang steht, hinsichtlich deren Deutung jedoch noch keine Einigung unter den verschiednen Forschern erzielt wurde. Ich zweifle nicht, dass A. Stuart (21) dieselbe zuerst bei Collozoum beobachtete; er beschreibt nämlich, dass eine Neubildung von Centralkapseln auch in der Weise geschehe, dass sich im extrakapsulären Plasma, oder auch zwischen den Pseudopodien, Klümpchen verdichteten Protoplasmas bildeten, in welchen kleine Fetttröpfchen auftreten. Letztere sollen sich später zu einem centralen Tropfen vereinigen. Hierauf vollziehe sich eine Differenzirung der Protoplasmaklümpchen in eine helle Aussenschicht und eine dunkle Centralmasse, welch letztere die Centralkapsel des neuentstandnen Individuums darstelle.

Identisch mit diesen Protoplasmaklümpchen Stuart's sind nun ohne Zweifel die eigenthümlichen Plasmakörper, welche Cienkowsky (23) und nach ihm Hertwig (28), zuweilen in grosser Zahl um die Centralkapseln gewisser Collozoën beobachteten und die Hertwig als extrakapsuläre Körper bezeichnete (XVII. 6o). Es sind stark lichtbrechende, membranlose plasmatische Körper, im Allgemeinen von rundlicher Gestalt, welche einige wenige Fetttröpfchen (Cienkowsky) oder ein maulbeerartig zusammengruppirtes, centrales Häufchen von Fetttröpfchen (Hertwig) einschliessen.

Besonders wichtig ist jedoch der zuerst von Hertwig erbrachte Nachweis, dass diese Körper auch eine verschiedne Zahl echter Nuclei enthalten, bald wenige grössere, bald zahlreichere kleinere (6p). Diese Kerne bilden sogar die Hauptmasse der Körper. Eigenthümlich ist weiterhin die Unregelmässigkeit der Gestalt der extrakapsulären Körper; zuweilen erscheinen sie eingeschnürt bisquitförmig, meist sind sie ziemlich unregelmässig und verschiedenartig ausgebuchtet bis gelappt. Cienkowsky beobachtete auch nicht selten die Bildung spitziger Fortsätze bei ihnen. Derselbe Forscher glaubt sich auch überzeugt zu haben, dass sie sich durch Theilung rege vermehren und seine Ansicht über ihre Bedeutung ist ungefähr identisch mit der Stuart's; auch er glaubt, dass sie sich zu jungen Kapseln entwickeln und leitet ihre Entstehung aus dem extrakapsulären Plasma ab. An Kapseln, welche von solchen extrakapsulären Körpern umhüllt waren, liess sich überhaupt nur noch ein Rest des extrakapsulären

*) Nach Brandt (36) auch Collozoum pelagicum Hck.

Plasmas als eine dünne Schleimschicht erkennen. Gegen diese Ansicht verhält sich Hertwig ablehnend; er führt verschiedne Gründe auf, welche es wenig wahrscheinlich machen, dass sich die fraglichen Körper zu jugendlichen Centralkapseln entwickeln und sucht die Vermuthung zu begründen, dass sie aus dem intrakapsulären Plasma hervorgegangen seien. Ihm dünkt es wahrscheinlich, dass sie den Kernhäufchen, sammt umgebendem Plasma, entsprechen, welche sich, wie früher geschildert, bei dem zweiten Modus der Schwärmerbildung, d. h. dem der krystallfreien Schwärmer, in der Centralkapsel entwickeln.

In mancher Beziehung besitzen denn auch die extrakapsulären Körper eine ziemliche Aehnlichkeit mit den früher geschilderten Kernhäufchen der Centralkapsel und diese Aehnlichkeit wird noch dadurch vermehrt, dass Hertwig gelegentlich Zustände der extrakapsulären Körper beobachtete, deren dicht traubenförmig gelappte Oberfläche den bevorstehenden Zerfall in zahlreiche kleine Stücke anzudeuten schien. Statt der grösseren Fetttröpfchen fand sich bei solchen Körpern ein centrales Häufchen sehr kleiner Fettkörnchen. Als weitere Consequenz dieser Hertwig'schen Auffassung der extrakapsulären Körper würde sich ergeben, dass dieselben schliesslich in krystallfreie Schwärmer zerfielen.

Brandt spricht sich in seiner schon öfters citirten Arbeit (36) in einer zwischen den beiden entgegenstehenden Ansichten vermittelnden Weise aus, indem er sowohl die Weiterentwicklung der extrakapsulären Körper zu jungen Centralkapseln wie auch zu Schwärmern für wahrscheinlich hält. Die fraglichen Körper selbst gehen nach ihm durch Abschnürung aus der jugendlichen, noch membranlosen Centralkapselmasse hervor.

Wie sich aus der obigen, wegen Unsicherheit der thatsächlichen Ermittlungen naturgemäss etwas breiten Darstellung ergibt, sind unsere Erfahrungen bis jetzt zu aphoristisch, um die jedenfalls sehr interessante und morphologisch wichtige Natur der extrakapsulären Körper einigermaassen sicher zu begründen.

6. Biologische Verhältnisse der Radiolarien, insofern dieselben in Vorstehendem noch keine ausreichende Beschreibung fanden.

A. Parasiten der Radiolarien.

Bis jetzt hat die Forschung nur eine Form wahrscheinlich parasitischer Organismen im Körper der Radiolarien aufgefunden, dafür besitzt dieselbe jedoch auch eine Verbreitung und Bedeutung, welche Parasiten sonst gewöhnlich nicht zukommt. Es sind dies die sogen. extrakapsulären gelben Zellen, welche schon vielfach Gegenstand der Erörterung waren, bis es erst vor verhältnissmässig kurzer Zeit gelang, ihre parasitische*)

*) Unter der Bezeichnung Parasitismus soll jedoch hier nur der Aufenthalt dieser pflanzlichen Eindringlinge in der Leibessubstanz der Radiolarien gekennzeichnet werden, nicht

und pflanzliche Natur wohl ganz sicherzustellen. Das Eigenthümliche dieser parasitischen Gebilde liegt wesentlich in ihrer grossen Häufigkeit, Verbreitung und Zahl, so dass den früheren Beobachtern ein Zweifel über ihre Zugehörigkeit zum Organismus der Radiolarien und zwar als integrirende Bestandtheile desselben nicht leicht auftauchen konnte. Schon Huxley beobachtete sie und durch J. Müller und Häckel wurde ihre weite Verbreitung bei den verschiedensten Radiolarienabtheilungen nachgewiesen. Häckel vermisste sie überhaupt nur bei einer einzigen Abtheilung, nämlich den Acanthometriden, was auch im Allgemeinen von den späteren Beobachtern bestätigt wurde. Dennoch sind sie auch bei den übrigen Radiolarien nicht so constant anzutreffen, wie Häckel vermuthete; so vermisste sie Hertwig (33) bei Heliosphaera, einigen Cyrtiden und den Disciden überhaupt. Auch Brandt (36) fand, dass sie recht ansehnlichen Kolonien von Collosphaera noch vollständig fehlen können.

Diese Inconstanz ihres Auftretens bei Formen, denen sie gewöhnlich zukommen oder deren nächsten Verwandten sie nicht fehlen, steht wohl in Zusammenhang mit der Erscheinung, dass nicht nur ihre Zahl bei verschiednen Formen eine äusserst wechselnde ist, sondern dass auch bei einer und derselben Form der Reichthum an gelben Zellen grossen Schwankungen unterliegt.

Zunächst dürfte jedoch eine kurze Schilderung ihrer morphologischen Eigenthümlichkeiten am Platze sein.

Die gelben Zellen sind meist sphärische, seltner ellipsoidische bis abgeplattete, entschieden einzellige Wesen (XIX. 6a). Sie besitzen eine deutliche, scharf contourirte Membran, welche eine ziemlich resistente Beschaffenheit besitzt und nach Brandt und Geddes (39) aus Cellulose bestehen soll. Ihr protoplasmatischer Körper ist mehr oder minder körnig und enthält einen rundlichen, hellen, unzweifelhaften Nucleus. Die Färbung des Plasmaleibes ist gelb in ziemlich wechselnden Nüancen, bald heller, bald dunkler. Früher (16) schrieb Häckel diese Färbung einem körnigen Pigment zu, welches das Plasma erfülle, später (18) dagegen gelangte er zu der Ansicht, dass die gelbe Färbung dem Plasma selbst eigenthümlich sei, resp. sich von einem in demselben gelösten Farbstoff herschreibe. Hertwig scheint dagegen die ersterwähnte Auffassung für richtig zu halten.

Ueber die Natur des gelben Farbstoffs erfahren wir in neuester Zeit von Geddes, dass seine Uebereinstimmung mit dem der Diatomaceen nicht zu bezweifeln, dass er auch wie dieser nach Behandlung mit Alkohol ein grünes Residuum hinterlasse. Im Plasma finden sich nun weiterhin mehr oder weniger reichlich körnige Einschlüsse, welche Häckel (18) als Stärke ansprechen zu dürfen glaubte, da sie sich mit Jod deutlich

---

jedoch, dass dieselben im Sinne echter Schmarotzer ihre Ernährung auf Kosten der Radiolarien vollziehen; die neueren Untersuchungen weisen umgekehrt darauf hin, dass die Ernährung und der Stoffwechsel der Radiolarien von ihren pflanzlichen Gästen wesentlichen Nutzen zieht, wie unten genauer darzustellen sein wird.

blau färbten. Auch der erfahrene Cienkowsky (23) schloss sich dieser Ansicht an, wogegen sich Hertwig (33) weniger sicher bezüglich der Stärkenatur dieser Körnchen aussprach; er erzielte mit Jod eine violette Färbung derselben. Brandt (36) kommt zu der Ansicht, dass es sich um eine Modification des Amylums handle, da er an lebenden gelben Zellen weder eine deutliche Blaufärbung der Körnchen mit Jod beobachten konnte, noch sie doppeltbrechend fand; dagegen gelang Geddes die Jodreaction bei Beobachtung gewisser Vorsichtsmaassregeln sehr wohl, so dass er mit Entschiedenheit für den Stärkemehlgehalt der gelben Zellen eintritt. Aus allen diesen Erfahrungen scheint doch hervorzugehen, dass sich wirklich ein amylumartiger Körper, vielleicht auch zuweilen echtes Amylum, im Plasma der gelben Zellen findet. Hertwig bemerkte zuweilen ausserdem auch einige Oelkügelchen in ihnen.

Schon J. Müller konnte nachzuweisen, dass diese Zellen selbstständiger Vermehrung durch Theilung fähig sind. Häckel constatirte dies und untersuchte den Theilungsvorgang näher. Nach seiner Darstellung (16, 18) zerfällt der plasmatische Leib der Zellen, nach vorhergegangner Theilung des Kernes, durch eine mittlere Einschnürung in zwei junge Zellen, welche sich hierauf noch innerhalb der Membran der ehemaligen Mutterzelle mit einer neuen Membran umkleiden (6b, c). Durch nochmalige Wiederholung desselben Theilungsvorgangs sollen sich auch Zustände hervorbilden, bei welchen sich in der Membran der Mutterzelle vier junge Zellen eingeschlossen finden (6d). Späterhin treten diese Tochterzellen hervor und werden frei. Hertwig vervollständigte diese Darstellung des Theilungsprocesses der gelben Zellen noch durch den Nachweis, dass der Kern sich durch einfache (?) bisquitförmige Einschnürung vermehre.

Die Grösse der gelben Zellen ist ziemlich variabel. Häckel fand ihren Durchmesser gewöhnlich zwischen 0,008 und 0,012 Mm., jedoch schliessen sich hieran nach beiden Seiten Extreme bis zu 0,005 und 0,015 Mm. Ebenso schwankend ist, wie schon hervorgehoben, ihre Zahl. Am reichlichsten trifft man sie im Allgemeinen bei gewissen grossen Colliden, wie Thalassicolla und den Sphaerozoëen, was jedoch nicht ausschliesst, dass sie bei einzelnen Gattungen dieser Abtheilungen sehr spärlich sind oder geradezu fehlen. So unter den Colliden bei Thalassolampe nach Hertwig; unter den Sphaerozoëen zuweilen bei Collosphaera, bei welcher sie überhaupt stets spärlich sind. Bei Thalassicolla erhebt sich die Zahl der gelben Zellen häufig auf Hunderte, ja bis über 1000. Bei den Sphaerozoëen sind sie, wenn reichlich, häufig zu mehr wie 100 um jede Kapsel vorhanden, jedoch ist, wie bemerkt, ihre Zahl bei einer und derselben Art sehr variabel, sinkt unter Umständen auf einige wenige Exemplare herab. Auch bei gewissen Sphaerideen sind sie in grosser Zahl vorhanden. Bei den Monopylaria trifft man sie im Allgemeinen nicht sehr reichlich, 5—15 gelbe Zellen sind hier das gewöhnliche Vorkommniss, und ähnlich verhalten sich auch zahlreiche Sphaerideen, welchen sie, wie schon früher bemerkt, auch z. Th. gänzlich fehlen können. Ihre

Lage finden sie gewöhnlich in dem sogen. Mutterboden der Pseudopodien, wandern jedoch von hier aus nicht selten auch mit dem Plasma in die Gallerte hinein, ja zuweilen sogar bis auf die Pseudopodien hinaus. Ihre Lagerung in Beziehung zu dem Gesammtorganismus lässt sich hiernach schon im Allgemeinen beurtheilen. Bei den koloniebildenden Sphaerozoëen umlagern sie die einzelnen Centralkapseln; bei den mehrschaligen Sphaerideen hängt ihre Lage zum Skelet natürlich von dessen Beziehungen zur Centralkapsel ab und liegen sie daher gewöhnlich unter der äusseren Rindenschale. Ist die den Mutterboden sammt den gelben Zellen umschliessende Gitterschale sehr engmaschig, so treten sie meist nicht durch die Maschen derselben nach aussen hervor und bleiben demnach stets in die umschliessende Gitterschale eingesperrt; ist dagegen diese weitmaschig, so steht ihrer Auswanderung kein Hinderniss entgegen. Bei den Monopylarien häufen sie sich natürlich mit dem extrakapsulären Plasma hauptsächlich um das sogen. Porenfeld an und finden sich demnach bei den Cyrtida namentlich in dem Hohlraum der Schalenglieder zusammengehäuft.

Erst durch die Beobachtungen und Reflexionen Cienkowsky's wurde die wahrscheinliche Bedeutung der gelben Zellen als parasitischer Eindringlinge zur Sprache gebracht und ziemlich sicher erwiesen. Die früheren Beobachter und auch anfänglich noch Hertwig zweifelten nicht, dass die gelben Zellen auf endogenem Weg im Organismus der Radiolarien erzeugt werden und Hertwig wollte sogar einige Stadien ihrer allmählichen Entwicklung im extrakapsulären Plasma verfolgt haben, eine Beobachtung, welche hier nicht näher zu erörtern ist, da Hertwig jetzt selbst die parasitische Natur der gelben Zellen befürwortet. Häckel erblickte in ihnen wichtige Bestandtheile des Radiolarienorganismus und war geneigt, ihnen eine wichtige Rolle bei der Ernährung zuzuschreiben, als Elementen, welche wahrscheinlich ein zur Verdauung der aufgenommenen Nahrung dienendes Secret lieferten. Mit dem Nachweis reichlicher stärkemehlartiger Einschlüsse der gelben Zellen musste er diese Auffassung natürlich bis zu gewissem Grade modificiren, es wurden die gelben Zellen hierdurch naturgemäss auch zu einer Art Erzeuger von Reservenahrung, als welche eben das Amylum zu betrachten wäre.

Cienkowsky fand nun, dass das Leben der gelben Zellen durchaus nicht an das der sie einschliessenden Radiolarien gebunden ist, sondern dass sie auch nach der Isolation oder nach dem Absterben der Radiolarien weiterleben und weiterwachsen, ja sich durch Theilung vermehren. Diese Befunde, zusammengenommen mit der immerhin in manchen Fällen sehr eigenthümlichen Inconstanz ihres Auftretens, liessen es sehr wahrscheinlich erscheinen, dass sie nichts weiter als parasitische, einzellige, pflanzliche Organismen seien. Brandt (36) bestätigte neuerdings die Angaben Cienkowsky's über das Weiterleben der gelben Zellen nach dem Tode ihrer ursprünglichen Träger in ganzem Umfang und gelangte noch zu einigen weitergehenden Schlüssen bezüglich ihrer Bedeutung. Nach der Isolation verändern sich die gelben Zellen

insofern, als ihre früher feste, resistente Membran sich in eine schleimige ziemlich dicke Hülle verwandelt (6f). Nach Brandt soll diese Schleim- oder Gallerthülle durch eine einfache Quellung der ursprünglichen Cellulosemembran entstehen. Die gelben Zellen wachsen nun weiter fort und treten schliesslich aus der Schleimhülle allmählich hervor, nehmen unregelmässige, gelappte Gestalten an, indem sie amöboid veränderlich geworden sind, umhüllen sich wieder von Neuem mit einem Schleimmantel und können die eben beschriebne Häutung noch mehrfach wiederholen (6h, i). Während des amöboiden Zustandes können sich unsre Zellen, wie schon Cienkowski beobachtete und Brandt bestätigte, durch Theilung vermittels einfacher Durchschnürung vermehren (6g).

Nach diesen Erfahrungen über die grosse Selbstständigkeit der gelben Zellen kann es kaum mehr einem Zweifel unterliegen, dass sie thatsächlich parasitische Eindringlinge pflanzlicher Natur sind, deren Lebensgeschichte jedoch bis jetzt nur unvollkommen bekannt ist und welche wegen ihrer häufigen und in den meisten Fällen so regelmässigen Vergesellschaftung mit der grossen Mehrzahl der Radiolarien ein ganz besondres Interesse erregen. Brandt hat neuerdings vorgeschlagen, diesen einzelligen Parasiten den Namen Zooxanthella zu geben und hält es für wahrscheinlich, dass nur eine Species dieser Zooxanthella in den Radiolarien vorkomme, welche er Z. nutricola nennt*). Schon früher hatten die Gebrüder Hertwig gefunden, dass die Entodermzellen zahlreicher Actinien gelbe Zellen einschliessen, welche sich denen der Radiolarien ganz entsprechend verhalten und welche sie gleichfalls als parasitische einzellige Algen in Anspruch nahmen**).

Durch Geddes' neue Untersuchungen wird die Uebereinstimmung der gelben Zellen der Radiolarien mit denen der Anthozoën gleichfalls bestätigt und erscheint daher jetzt wohl fest begründet. Unsre Kenntniss von der Verbreitung dieser eigenthümlichen Algengäste in der Thierwelt erfährt eine Bereicherung durch den Nachweis, dass dieselben auch im Entoderm gewisser Medusen und Siphonophoren (Velella) angetroffen werden.

Die sogen. gelben Leberzellen der Velella und Porpita hatte schon Häckel seiner Zeit mit den gelben Zellen der Radiolarien verglichen und auf diesen Vergleich namentlich seine Ansicht über die physiologische Bedeutung der gelben Zellen gegründet.

Die Untersuchungen von Geddes erweitern jedoch unsere Kenntnisse dieser parasitären Organismen auch noch nach anderer Richtung. Durch Versuche gelang ihm der Nachweis, dass die mit jenen einzelligen Algen reichlich ausgerüsteten Coelenteraten im Sonnenlichte ein Gas entwickeln, welches einen sehr ansehnlichen Sauerstoffgehalt (24—38%) besitzt. Bei

*) Brandt, K., Ueber das Zusammenleben von Thieren und Algen. Verhandl. der physiolog. Gesellsch. zu Berlin. Jahrg. 1881—82. Sitz. vom 25. Nov. 1881 p. 22—26. Wenig später hat Geddes in Unkenntniss der Brandt'schen Arbeit für die einzelligen gelben Algenparasiten der Radiolarien und Coelenteraten den Namen Philozoon in Vorschlag gebracht.

**) Hertwig, O. u. R., Die Actinien, Jenaische Ztschr. f. Naturwiss. Bd. XII u. XIII 1879.

den Radiolarien liess sich gleichfalls eine Gasentwicklung im directen Sonnenlichte constatiren, jedoch gelang es nicht, die chemische Zusammensetzung des Gases zu ermitteln. Jedenfalls scheint jedoch durch Geddes der Nachweis erbracht zu sein, dass unsere gelben einzelligen Eindringlinge in echt pflanzlicher Weise im Lichte Kohlensäure reduciren und Sauerstoff aushauchen, wodurch ihre schon auf Grund anderweitiger Erfahrungen sehr wahrscheinliche Pflanzennatur in erwünschtester Weise eine weitere und sehr wichtige Bestätigung erhält.

Wenn nun auch die neueren Untersuchungen, wie mir scheint, keinen Zweifel mehr über die Natur der gelben Zellen lassen, so scheint mir andrerseits Brandt doch zu weit zu gehen, wenn er dieselben gewissermaassen zum Range der eigentlichen Ernährer und Erhalter der mit gelben Zellen reichlich versehenen Radiolarien erhebt. Er spricht nämlich den koloniebildenden, von ihm untersuchten Radiolarien die Aufnahme fester, geformter Nahrung ab und betrachtet die gelben Zellen als die eigentlichen Ernährer derselben, welche nach Pflanzenart assimilirten und mit ihren Ueberschüssen den Radiolarienorganismus ernährten. Es ständen hiernach die sogen. Zooxanthellen in einem ähnlichen symbiotischen Verhältniss zu dem Radiolarienorganismus, wie die sogen. Gonidien oder Algenbestandtheile der Flechten zu deren Hyphen oder dem Pilzbestandtheil dieser merkwürdig zusammengesetzten Pflanzen. Mir scheint zunächst, soweit wenigstens die seitherigen Darstellungen auf Glaubwürdigkeit Anspruch machen dürfen, die mehrfach behauptete Thatsache, dass auch Radiolarien mit gelben Zellen geformte Nahrung aufnehmen*), gegen die Brandt'sche Ansicht oder doch gegen deren Verallgemeinerung zu sprechen. Auch die Inconstanz des Vorhandenseins der gelben Zellen, sowie die so beträchtlichen Schwankungen ihrer Zahl sprechen gegen eine allgemeinere Bedeutung derselben im Sinne der Brandt'schen Hypothese, womit jedoch nicht ausgeschlossen ist, dass sich die sogen. Zooxanthellen oder Philozoën bis zu einem gewissen Grad an der Ernährung der sie beherbergenden Organismen betheiligen**).

*) Geddes macht auch darauf aufmerksam, dass die reichlich mit gelben Zellen ausgerüsteten Anthozoën, Medusen- und Siphonophorenformen ebenso energisch fressen wie diejenigen, welche der gelben Zellen entbehren.

**) Brandt gründet sich bei seiner Auffassung der Zooxanthellen namentlich auch auf seine Untersuchungen über die Chlorophyllkörner der verschiednen Thiere, darunter auch zahlreicher Protozoën. Durch den Nachweis einer übrigens auch früherhin nicht unbekannten Plasmagrundlage dieser Körner und eines Zellkerns in denselben, gelangte er zu dem Schluss, dass auch die sogen. Chlorophyllkörner der Thiere stets einzelligen Organismen angehörten, welche in morphologischer Hinsicht als Parasiten dieser Thiere zu betrachten, physiologisch dagegen als ihre Ernährer in Anspruch zu nehmen seien. Für uns hat diese Mittheilung auch noch dadurch besonderes Interesse, weil wir sowohl bei Rhizopoden wie Heliozoën solche Chlorophyllkörner vielfach antrafen, welche daher in gleicher Weise als einzellige parasitische Algen, sogen. Zoochlorella nach Brandt, anzusprechen wären. Auch G. Entz hat schon früher (Bericht über die 2. Sitzung des naturhist. medic. Vereins zu Klausenburg 1876, übersetzt im Biolog. Centralblatt 1. Jahrg. 1881. p. 646–50) die selbstständige pflanzliche Natur der Chlorophyllkörnchen der Infusorien auf Grund seiner Untersuchungen betont. Er betrachtet jedoch diese Chlorophyllkörnchen nicht wie Brandt als eine besondere einzellige Algenart, sondern lässt sie aus sehr verschiednen, von den betreffenden Infusorien aufgenommenen einzelligen Algen (Palmella, Tetraspora, Gloeocystis, Pleurococcus, Raphidium, Scenedesmus), sowie Euglenen und Chlamydomonaden hervorgehen. Einzelne dieser chlorophyllhaltigen einzelligen Organismen sollen sich nach der Aufnahme durch das Infusor

Denn mit Brandt und Geddes wird man wohl sicherlich annehmen müssen, dass der von jenen pflanzlichen Mitbewohnern der Radiolarien entwickelte Sauerstoff direct dem thierischen Stoffwechsel der Radiolarien zu Gute kommt, wie andrerseits die dem thierischen Stoffwechsel entstammende Kohlensäure sammt stickstoffhaltigen Endproducten die pflanzlichen Miethbewohner begünstigt. Auch erscheint es unter diesen Umständen denkbar, dass die reichliche Ernährung der pflanzlichen Glieder des Verbandes zu einem Ueberschuss an erzeugten Nährmaterialien, speciell Stärke, führt, welcher dem thierischen Gliede zu Gute kommt. Letztere Annahme ist jedoch durchaus nicht eine directe Folge dieser Vergesellschaftung und bedürfte jedenfalls zunächst eines genaueren Nachweises, wenn auch der Ernährungsvorgang pflanzlicher Parasiten durch andere Pflanzen, sowie der wirkliche Parasitismus einzelliger Organismen in Gewebezellen oder Protozoën eine ähnliche Uebertragung der Zellerzeugnisse einer Form auf eine andere zu unterstützen scheint. Mit Brandt und Geddes können wir daher das Zusammenleben der gelben Zellen und der Radiolarien mit einem ziemlichen Grad von Berechtigung der Symbiose der Flechten vergleichen, wenn wir auch die Annahme einer völligen Ernährung der Radiolarien durch die sogen. Zooxanthellen weder für zutreffend noch an und für sich wahrscheinlich halten.

Anderweitige parasitische Organismen sind bis jetzt bei den Radiolarien noch nicht aufgefunden worden.

---

der Verdauung entziehen, indem sie in das Ectosark desselben gelangen. Hier vermehren sie sich lebhaft durch Theilung zu den sogen. Chlorophyllkörnchen, welche nach ihrer Befreiung aus dem Infusorienträger wieder zu der ursprünglichen Algenform, resp. den erwähnten Flagellaten auswachsen. Auch Entz will sich überzeugt haben, dass Infusorien, welche reichlich mit diesen Chlorophyllkörnchen ausgerüstet sind, keine feste Nahrung aufnehmen und hat auch die gegenseitigen physiologischen Beziehungen dieser thierischen und pflanzlichen Organismen schon in gleicher Weise wie Brandt im Sinne einer Symbiose aufgefasst, wobei beiderlei Theilnehmer wechselseitig aus den Stoffwechselerzeugnissen ihrer Genossen erheblichen Vortheil für ihre Ernährung zögen. Obgleich kein Grund vorliegt, die Richtigkeit der Beobachtungen obengenannter Forscher über die Natur der sogen. Chlorophyllkörner der thierischen Organismen zu bezweifeln, so scheint mir doch der Schluss, welchen Brandt hieraus zieht, dass die Zoochlorellen die eigentlichen Ernährer der sie beherbergenden Thiere seien, viel zu weitgehend. Dass solche Thiere keine feste, geformte Nahrung aufnehmen, entspricht unseren Erfahrungen durchaus nicht, worin auch Geddes (siehe oben) mir beistimmt. Jedermann weiss, wie raubgierig die grünen Hydren sind und ebenso ist es bekannt, dass chlorophyllhaltige Infusorien geformte Nahrung zu sich nehmen.

Nachträglicher Zusatz. Erst nach dem Druck dieses Bogens erschien die ausführliche Arbeit Brandt's „Ueber die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren (Arch. f. Anat. u. Phys. 1882. Physiol. Abtheilung p. 125—151 Taf. 1). Wir heben aus derselben nachträglich hervor, dass Brandt jetzt seine frühere Behauptung: es nähmen die Chlorophyll führenden Thiere keine feste Nahrung zu sich, corrigirt hat und anerkennt, dass sowohl Hydra viridis wie chlorophyllführende Infusorien noch feste Nahrung geniessen. Auch für die Sphaerozoëen mit gelben Zellen beschränkt er die Nichtaufnahme von Nahrung jetzt auf den erwachsenen Zustand ansehnlicher Kolonien. Wir fügen weiter noch zu, dass Verf. sich überzeugt hat, dass die Kolonien der Sphaerozoëen am längsten in filtrirtem Seewasser am Leben erhalten werden und hieraus schliesst, dass sie dann von ihren gelben Zellen ernährt werden. Da er jedoch selbst angibt, dass die in nichtfiltrirtem Wasser gehaltenen Kolonien an der Verderbniss des Wassers (wegen Absterben zahlreicher kleiner pelagischer Organismen) zu Grunde gehen, so scheint mir obiger Schluss noch etwas unsicher, indem ja das längere Ausdauern im filtrirten Wasser auch nur darauf beruhen kann, dass sich letztres eben rein und unverdorben erhält. Wie lange die Radiolarien zu hungern im Stande sind, wissen wir bis jetzt nicht. R. Lankester spricht sich neuestens (Qu. j. micr. sc. 1882. Apr.) gegen die Algennatur der Chlorophyllkörner von Hydra und Spongilla aus; dieselben seien identisch mit denen der Pflanzen.

B. Regenerationsfähigkeit.

Eine einzige in dieses Kapitel gehörige, jedoch in mancher Hinsicht sehr wichtige Thatsache hat zuerst Ant. Schneider (19) festgestellt. Er bewies nämlich, dass die isolirte, aus der Hülle von extrakapsulärem Plasma und Gallerte herausgeschälte Centralkapsel von Thalassicolla nucleata die Fähigkeit besitzt, den gesammten verlornen Theil des Weichkörpers wieder zu erzeugen. Diese Beobachtung haben Cienkowsky (23) und Hertwig (28) bestätigt. Letztgenannten Forschern gelang es zwar nur, die Neuentwicklung von Pseudopodien und einer Lage extrakapsulären Plasmas zu beobachten, jedoch dürfte es keinem Zweifel unterliegen, dass die Schneider'sche Angabe völliger Regeneration ihre Richtigkeit besitzt. Sogar die gelben Zellen sollen sich nach Schneider wieder einstellen, was Cienkowsky nicht zu bestätigen vermochte. Es gelang Schneider die Ausschälung der Centralkapsel mit nachfolgender Regeneration an einem und demselben Thiere dreimal hintereinander vorzunehmen.

Ziemlich natürlich erscheint es, dass die Kolonien der Sphaerozoëen ohne Schaden in Stücke zerschnitten werden können, wovon sich Schneider gleichfalls überzeugte. Interessanter ist dagegen, dass es auch gelang, zwei aneinander gelegte Kolonien nach ca. 12 Stunden zu völliger Vereinigung zu bringen.

C. Missbildung und Deformation.

Bis jetzt ist nur ein hierhergehöriges, jedoch recht interessantes Beispiel bekannt, welches eine zu den Colliden gehörige Form, die sogen. Thalassicolla sanguinolenta Hck. betrifft. Häckel fand zuerst 1867 (18) bei den canarischen Inseln ein eigenthümliches Radiolar, welches er für eine besondere Form hielt und unter dem Namen Myxobrachia in zwei verschiednen Arten beschrieb. Später machte Nicol. Wagner (24) noch eine dritte vermeintliche Myxobrachia-Art von Neapel bekannt und Hertwig erkannte schliesslich 1879 (33), dass die sogen. Myxobrachiaformen keine selbstständigen Radiolarien sind, sondern einer eigenthümlichen Deformation der Thalassicolla sanguinolenta ihren Ursprung verdanken, eine Ansicht, welcher sich auch Häckel angeschlossen zu haben scheint.

Diese Deformation der Thalassicolla sanguinolenta scheint durch die Aufnahme zahlreicher Fremdkörper in die extrakapsuläre Sarkode hervorgerufen zu werden. Ihrer Hauptmenge nach bestehen diese Fremdkörper aus den uns schon von früher bekannten Coccolithen und Coccosphaeren, zu deren Aufnahme ja die pelagische Thalassicolla reichliche Gelegenheit haben muss. N. Wagner beobachtete bei seiner Form neben diesen Einschlüssen jedoch auch noch „Reste junger Muscheln, sehr kleine Spirulina" (Rhizopodenschalen) „und Dentalium?". Die Anhäufung solcher Fremdkörper an einer gewissen Stelle der extrakapsulären Sarkode der ursprünglich kugligen Thalassicolla scheint nun Veranlassung zu geben, dass dieser Theil des extrakapsulären Weichkörpers sich durch den Zug, welchen

das Gewicht der Einschlüsse ausübt, zu einem mehr oder minder langen, armartigen Fortsatz auszieht, welcher seiner Hauptmasse nach aus Gallerte gebildet ist. Die Axe dieses Armes wird durchsetzt von einem Strang der extrakapsulären Sarkode und diese umschliesst in dem knopfförmig angeschwollnen Armende das Häufchen der Fremdkörper. In solcher Weise gestaltet sich die von Häckel Myxobrachia rhopalum genannte Form. Bei der sogen. M. pluteus (XVIII. 2) dagegen und der M. Cienkowskii Wagner's kommt es zur Bildung mehrerer solcher armartiger Fortsätze, welche wohl dadurch entstehen, dass sich Häufchen von Fremdkörpern an mehreren Stellen bilden, welche sich dann zu armartigen Fortsätzen ausziehen. Häckel beobachtete bei seiner Form 16 Arme, welche in eigenthümlicher Weise angeordnet waren. Zwei ansehnliche Arme hingen ziemlich gerade in der Axe des etwa pyramidenförmigen oder medusenähnlichen Wesens herab und über diesen entsprangen die 14 weiteren Arme in zwei Kränzen, von welchen der untere sechs, der obere acht Arme zählte. Aehnlich war auch die Bildung der von Wagner beobachteten Form, nur fand sich hier ein einziger centraler oder axialer Hauptarm, über welchen in zwei Kränzen noch resp. vier und drei Arme angebracht waren. Wagner fand weiterhin, dass diese acht Arme sich successive entwickeln, indem bei den jugendlichsten Exemplaren nur der centrale Hauptarm vorhanden war, zu welchem sich allmählich noch die zwei Armkränze hinzugesellten.

Recht interessant ist der von Häckel bei seiner Myxobrachia rhopalum beobachtete Gestaltswechsel; im Laufe eines Tages veränderte sich die Form mehrfach, wurde bald länger und schmäler, bald kürzer und breiter. Es ist diese Erscheinung um so interessanter, als bis jetzt von einem Gestaltswechsel der übrigen Radiolarien durchaus nichts bekannt ist.

Wagner glaubt die Endknöpfe der Arme mit ihren Einschlüssen als eine Art Verdauungsapparate beanspruchen zu dürfen; doch hat diese Ansicht wohl nur wenig für sich, wie denn überhaupt die Bedeutung der zahlreichen Fremdkörper, welche die Deformation der Thalassicolla zur Myxobrachia hervorrufen, ganz unaufgeklärt ist. Dass sie als Nahrung aufgenommen werden, scheint im Ganzen sehr unwahrscheinlich.

D. Verhalten der Radiolarien gegen mechanische und anderweitige Reizung.

Es sind nur wenige Punkte, auf welche hier speciell noch die Aufmerksamkeit gelenkt werden soll, da das allgemeine Verhalten der Radiolarien bei mechanischer und chemischer Reizung: die Rückziehung der Pseudopodien, das Collabiren der extrakapsulären Vacuolen, wahrscheinliche Verdichtung der Gallerte, das Verhalten der Gallertcilien und der Sarkodegeissel theils schon früher ausreichend erörtert wurde, theils dagegen keiner weiteren Erörterung bedarf, wenigstens im Hinblick auf den Stand unserer augenblicklichen Kenntnisse. Dagegen verdient noch eine Frage, welche von den verschiednen Beobachtern mehrfach

erörtert wurde, nämlich die nach der Widerstandsfähigkeit unserer Wesen gegen äussere Reize und Störungen eine kurze Besprechung. J. Müller und Häckel hoben übereinstimmend die geringe Widerstandsfähigkeit der Radiolarien gegen mechanische Reize, wie Druck und Reibung am Netz beim Einfangen, hervor. Häckel fügte hinzu, dass unsere Wesen auch gegen chemische Veränderungen des umgebenden Wassers sehr empfindlich seien und schnell abstürben, während sich die marinen Rhizopoden nach den Erfahrungen M. Schultze's (s. Rhizopoda 53) gerade durch sehr weitgehende Resistenz gegen solche Einflüsse auszeichnen. Im Speciellen sei jedoch die Lebenszähigkeit der einzelnen Abtheilungen recht verschieden, so dass Häckel (16) eine Art Skala aufstellen konnte, an deren einem Endpunkt, als besonders empfindliche Formen, die Acanthometreen und Sphaerozoëen stehen, während am anderen die Sphaerideen Platz finden, unter welchen sich wieder die Disciden durch besondere Lebenszähigkeit auszeichnen. Gegenüber diesen Erfahrungen hob jedoch schon Ant. Schneider (19) hervor, dass die Lebenszähigkeit gewisser Radiolarien (Thalassicolla und Sphaerozoum) viel grösser sei; Kolonien letztrer Gattung konnte er bei gehöriger Vorsicht 5—7 Tage lang gesund erhalten und ebenso überzeugte sich Hertwig (33), dass die Radiolarien im Allgemeinen keineswegs so zarter und empfindlicher Natur sind, wie Müller und Häckel annahmen. Die letzteren Forscher hielten eben im Allgemeinen alle Individuen für abgestorben oder doch sehr alterirt, welche mit eingezognen Pseudopodien und deutlicher Gallertschicht zur Beobachtung kamen, wie dies schon früher bei der Schilderung der Gallerte angedeutet wurde. Hertwig überzeugte sich aber durch directe Beobachtung vielfach, dass solche zu Boden gesunkenen Thiere sich allmählich wieder erholen und noch ganz lebenskräftig sind. Er zögerte sogar nicht, die Radiolarien auf Grund seiner Erfahrungen zu den widerstandsfähigsten unter den pelagischen Thieren zu rechnen.

Der Einfluss von Licht und Wärme auf unsre Organismen ist bis jetzt kaum erforscht. Häckel glaubt zwar beobachtet zu haben, dass einige Formen, welche er in seinen Zuchtgläsern hielt, mit Vorliebe die Lichtseite aufsuchten, ist jedoch selbst unsicher, ob diese Erscheinung eine directe Wirkung des Lichtes gewesen sei. Weiterhin fand er auch, dass sich die pelagischen Radiolarien bei heisser Jahreszeit oder an besonders heissen Tagen in tiefere Regionen herabsenken, wie dies für die pelagische Thierwelt überhaupt gültig zu sein scheint.

Bei einer früheren Gelegenheit mussten wir darauf hinweisen, dass Meyen das Leuchten gewisser pelagischer Radiolarien mit grosser Bestimmtheit beobachtet haben wollte; spätere Forscher berichten hiervon im Allgemeinen nichts, mit Ausnahme Macdonald's*), welcher das Phosphoresciren der Thalassicolla nucleata wiederholt, sogar

*) Quart. journ. microsc. science N. S. Vol IX. p. 147.

auf dem Objectträger, beobachtet haben will. Es scheint mir fast, als wenn die Frage nach dem Leuchtvermögen der Radiolarien von den übrigen Forschern etwas vernachlässigt worden sei, denn dieselbe wurde meist gar nicht besprochen. An und für sich liegt ja durchaus nichts vor, was gegen das Leuchtvermögen gewisser Radiolarien spräche.

E. Wohnortsverhältnisse der Radiolarien.

Eine kurze Betrachtung verdienen noch unsre Erfahrungen über das Vorkommen und die speciellen Lebensverhältnisse der Radiolarien, welche durch die Untersuchungen der neuesten Zeit beträchtlich vertieft worden sind. Es bedarf keiner besonderen Betonung mehr, dass sich bis jetzt die Meere als ausschliessliche Heimath der Radiolarien erwiesen haben. Was gelegentlich über Süsswasserradiolarien bemerkt wurde, bezog sich stets auf Heliozoën, die ja, wie wir wissen, von einigen Forschern den eigentlichen Radiolarien untergeordnet werden.

Bis in die neueste Zeit, d. h. bis zu den ausgedehnten Untersuchungen der englischen Naturforscher der Challengerexpedition, kannte man lebende Radiolarien nur von der Meeresoberfläche, denn die zahlreichen Radiolarienreste, welche Ehrenberg aus den Tiefgründen der verschiedensten Meere aufgezählt und beschrieben hatte, boten durchaus keine Gewähr für die Annahme, dass sie Thieren zugehörten, welche in jenen Tiefen lebten. Es konnte sich so wohl die Ansicht als die natürlichste ergeben, dass die Radiolarien überhaupt als pelagische Organismen zu betrachten seien, welche nur bis zu einer beschränkten Meerestiefe hinabreichten, denn die vom Meeresboden heraufgeholten Skeletreste liessen sich leicht als niedergesunkne erklären. Es ist aber recht bemerkenswerth, dass sowohl J. Müller wie Häckel schon die Ansicht hegten, dass die Radiolarien nicht nur oberflächlich, pelagisch lebten, sondern sich auch in tiefere Regionen hinaberstreckten, jedoch fehlte es bis in die neueste Zeit durchaus an directen Beobachtungen über diese Verhältnisse. Erst während der Reise des Challenger versuchten es W. Thomson und Murray, durch directe Beobachtung Aufschluss über die Fauna schwimmender Thiere in verschiedenen Tiefenregionen der Oceane zu gewinnen, indem sie mit feinen Netzen in verschiednen Tiefen fischten, auch solche Netze an verschiednen Stellen des Taues der Dredge befestigten und sich so gleichzeitig Kenntniss des Lebens der verschiednen Wasserschichten zu verschaffen suchten.

Doch war es leider bei diesen Versuchen noch nicht möglich, ein reines Bild des Lebens in verschiednen Tiefen zu erhalten, da es sich nicht bewerkstelligen liess, dass die feinen Netze in bestimmter, zu untersuchender Tiefe sich öffneten und vor dem Heraufholen wieder geschlossen wurden. Das Bild, welches daher ein solcher Fischzug mit dem feinen Netz in bestimmter Tiefe darbot, wurde getrübt durch die Beimischungen aus geringeren Tiefen, welche das Netz bei seinem Niedergang, namentlich jedoch bei seinem Wiederaufsteigen aufnahm. Schon früher hatte

J. Müller versucht, sich in ähnlicher Weise über das Leben unter der Meeresoberfläche zu unterrichten, jedoch konnte er seine Untersuchungen nur auf sehr geringe Tiefen ausdehnen.

Trotz der erheblichen Fehlerquellen, welche, wie bemerkt, der auf der Challengerexpedition angewendeten Methode anhaften, ergab dieselbe doch das ziemlich überzeugende Resultat, dass die Radiolarien nicht wie die pelagischen Rhizopoden nur eine beschränkte, oberflächliche Region des Meeres bewohnen, sondern wahrscheinlich in sämmtlichen Tiefen, bis zu den grössten hinab, vertreten sind. Diese Ueberzeugung konnte hauptsächlich darauf basirt werden, dass aus grösseren Tiefen Formen heraufgeholt wurden, welche den oberflächlicheren Regionen durchaus fehlten. Ja, es stellte sich heraus, dass eine Abtheilung der Radiolarien mit Vorliebe in grösseren und grössten Tiefen einheimisch zu sein scheint, nämlich die Phaeodarien und unter diesen speciell die Familie der Challengeridae*). Es erscheint nach unsern heutigen Kenntnissen also ziemlich sicher, dass die Radiolarien alle Tiefen der Oceane bevölkern und die verschiednen Abtheilungen und Formen sich z. Th. in gewissen Tiefenregionen mit Vorliebe finden.

Häckel unterscheidet daher in seiner neuesten Publikation pelagische, zonare, d. h. in bestimmten Zonen der Meerestiefe (bis über 20,000′ hinab) schwebende und profunde, auf dem Boden des tiefen Meeres lebende Radiolarien**). Die Formen mit zierlichsten und zartesten Skeleten sollen sich hauptsächlich pelagisch, die schwerfälligsten und massivsten dagegen in den grössten Tiefen finden.

Nichts scheint mir jedoch bis jetzt mit Sicherheit dafür zu sprechen, dass sich die Radiolarienfauna mit der Tiefe überhaupt reicher gestalte, oder anders ausgedrückt, dass die Radiolarien vorzugsweise Tiefseethiere seien, wofür sich Hertwig (33) und Stöhr (35) aussprachen. Bekanntlich hatte Ehrenberg diesen Standpunkt vertreten, jedoch von der ganz irrthümlichen Voraussetzung ausgehend, dass die Radiolarien ausschliesslich auf dem Meeresboden lebten und daher die mit Bodenproben aus verschiedner Tiefe heraufgeholten Radiolarienreste auch in den betreffenden Tiefen am Boden gelebt hätten. Ehrenberg suchte die Vermehrung der Radiolarien in der Tiefe aus den Ergebnissen seiner Untersuchungen zahlreicher Grundproben zu erweisen, welche eine entschiedne Zunahme der Artzahl mit zunehmender Tiefe darboten. Schon Häckel (16) hat jedoch in sehr treffender Kritik der Ehrenberg'schen Untersuchungen gezeigt, dass ein solcher Schluss keineswegs so unzweifelhaft und sicher aus den empirischen Daten Ehrenberg's zu ziehen ist,

*) Dieselben sollen der Oberfläche gänzlich fehlen, in 300—400 Faden Tiefe selten, am reichlichsten in viel grösseren Tiefen getroffen werden.

**) Ob thatsächlich Radiolarien auf dem Meeresboden kriechend leben, scheint mir durch die bis jetzt vorliegenden Untersuchungen noch nicht bewiesen zu sein. Die Organisation der meisten Formen scheint einer solchen Annahme sehr wenig zu entsprechen; doch mag dieselbe wohl für die Challengeridae und vielleicht einen Theil der Cyrtida zulässig erscheinen.

indem eine Reihe von Zufälligkeiten hierbei störend gewirkt haben können, und wir werden im Verlaufe unserer Darstellung sehen, dass sich die Resultate der Ehrenberg'schen Beobachtungen wohl auch in anderer Weise auf Grund unsrer neueren Erfahrungen erklären lassen.

Zunächst möchte ich jedoch kurz zeigen, dass meiner Ansicht nach aus den Ehrenberg'schen Befunden nicht geschlossen werden kann, dass das Radiolarienleben in der Tiefe reicher sei, wie das in oberflächlichen Regionen. In der zusammenfassenden Darstellung seiner Tiefseeuntersuchungen gibt Ehrenberg 1872 (25) nachfolgende Aufstellung über die Vertheilung der von ihm gefundnen Radiolarienarten nach verschiednen Tiefen.

Tiefe: 0 bis 100′	100 bis 500′	500 bis 1000′	1000 bis 5000′	5000 bis 10,000′	10,000 bis 15,000′	15,000 bis 20,000′
Zahl d. Arten: 31	7	12	31	99	116	132

Aus dieser Zusammenstellung scheint eine solche Zunahme ziemlich sicher hervorzugehen. Betrachten wir aber die Zahl der bis jetzt oberflächlich, in einem so beschränkten Gebiet wie das Mittelmeer von J. Müller, Häckel und Hertwig aufgefundnen Arten und zwar natürlich nur derjenigen, deren kieselige Skelete einer Erhaltung im Bodenschlamm nach dem Niedersinken fähig sind, so finden wir nicht weniger wie 130 Arten, also fast genau ebensoviel wie Ehrenberg in den grössten Tiefen zwischen 15,000 und 20,000′ fand, nach ihm überhaupt die reichste Region.

Hieraus scheint mir nun zu folgen, dass wenigstens bis jetzt ein grösserer Reichthum der Radiolarien in tieferen Regionen der Oceane durchaus nicht erwiesen ist. Es darf erwartet werden, dass die genauere Untersuchung des Challengermaterials auch diese Frage aufklären wird. Es wäre verfrüht, eine entscheidende Aeusserung zu wagen, da der Zuwachs an neuen Arten, welche dies Material enthält (über 2000 nach Häckel), ein so enormer ist, dass sich daneben Schlüsse, welche man auf Grund der seither bekannten, sehr beschränkten Zahl von Arten zu ziehen versucht, ganz hinfällig erweisen können.

Ein Leben der Radiolarien am Boden der Meere, wie es Ehrenberg aus seinen Erfahrungen herleiten wollte und wie es Häckel neuerdings für grosse Tiefen gleichfalls behauptet, scheint mir jedoch auch durch die neueren Erfahrungen noch unerwiesen geblieben zu sein. Häckel (16) hat seiner Zeit in Messina durch directe Untersuchung des Meeresbodens mit der sogen. Saugsonde durchaus negative Resultate in dieser Beziehung erzielt und auch in den Beobachtungen, welche bis jetzt von der Challengerexpedition zur Veröffentlichung kamen, findet sich nichts, was für eine solche Lebensweise der Radiolarien spricht. Ebenso

scheint mir die Organisation unsrer Wesen, soweit es erlaubt ist, aus ihr einen Schluss zu ziehen, für eine freischwimmende Lebensweise der allermeisten zu sprechen.

Wie die Schalen der pelagischen Rhizopoden müssen auch die kieseligen Skelete der schwimmenden Radiolarien nach dem Tode ihrer Träger allmählich sinken und schliesslich auf dem Meeresboden zur Ablagerung gelangen. Es finden sich denn auch Radiolarienreste auf dem Meeresboden aller Tiefen vor, wie dies schon aus den obigen Tabellen Ehrenberg's hervorgeht. Durchaus vermisst werden nur die Skelete der Acanthometreen, was sich aus ihrer leichten Zerstörbarkeit hinreichend erklärt.

Welche Verhältnisse es bedingen, dass Radiolarienreste unter Umständen im Schlamm des Meeresbodens völlig vermisst werden, während sie anderwärts ziemlich reichlich auftreten, ist bis jetzt nicht sicher eruirt*). Nur in den beträchtlichsten Tiefen jedoch und auch hier nur an gewissen beschränkten Stellen, ist die Ablagerung von Radiolarienresten eine so massenhafte, dass von einem Radiolarienschlamm, entsprechend dem bei Betrachtung der Rhizopoden erwähnten Globigerinenschlamm die Rede sein kann. Schon Ehrenberg hatte Gelegenheit zwei Bodenproben zu untersuchen, welche fast ausschliesslich aus Radiolarienresten bestanden und ganz kalkfrei zu sein schienen. Die eine dieser Proben stammt aus 3300 Faden Tiefe im stillen Ocean, etwa 8 bis 10 Längengrade östlich von den Philippinen; die zweite dagegen aus 2200 Faden Tiefe im indischen Ocean, etwa 20 Längengrade östlich von Zanzibar. In beiden Ablagerungen war gleichzeitig der Reichthum an Formen ein sehr erheblicher, in ersterer liessen sich nicht weniger wie 83, in letzterer dagegen 47 Arten nachweisen. Ganz ähnliche Verhältnisse fand die Challengerexpedition dann weiterhin noch an einigen Stellen des stillen Oceans. So einmal nicht weit von der schon durch Ehrenberg untersuchten Bodenprobe, 14 Längengrade weiter östlich und ca. 7 Grad südlicher in der grössten überhaupt untersuchten Tiefe von 4500 Faden; weiterhin fanden sich jedoch noch zwei Gebiete solchen Radiolarienschlamms in etwa 150 Grad östlicher Länge (von Greenwich) und einige Breitengrade nördlich und südlich des Aequators. Jede dieser Ablagerungen erstreckte sich über ca. 4—5 Breitengrade in wechselnden Tiefen von 2350 bis 2900 Faden.

Aus diesen Untersuchungen scheint hervorzugehen, dass sich wahrscheinlich ein solches Radiolarienschlammgebiet von den Philippinen in

*) Hinsichtlich der Verbreitung der Radiolarienreste in den Bodenablagerungen der Meere finden sich unverständliche Widersprüche in den Mittheilungen von Murray (27) über die Ergebnisse der Challengerexpedition; während es p. 525 heisst: „The skeletons of these organisms are found in all, or almost all, the sea bottoms", heisst es dagegen p. 535 von den Radiolarien im Allgemeinen: „In very many places they appear to be nearly or quite absent in the bottoms".

südöstlicher Richtung bis gegen die Marquesasinseln ausdehnt, dass sich jedoch auch noch anderwärts solche Ablagerungen finden. So hob der Challenger auch östlich von Japan noch einige Grundproben, welche bis zu $^1/_3$ aus Radiolarienresten bestanden.

Eine Erklärung für die Bildung fast reinen Radiolarienschlamms in so beträchtlichen Tiefen lässt sich zwar ungefähr, jedoch bis jetzt noch nicht ganz ausreichend geben. Zunächst scheinen in den Meeresregionen, wo solche Ablagerungen bis jetzt beobachtet wurden, Radiolarien besonders reichlich zu sein; dies wird wenigstens von Thomson und Murray für die wärmeren Theile des stillen Oceans gegenüber dem atlantischen angegeben. Hauptsächlich im südwestlichen Theil des stillen Oceans und um die Inseln des malayischen Archipels herrscht ein grosser Radiolarienreichthum. Weiterhin muss die Masse der am Boden zur Ablagerung gelangenden Radiolarienreste proportional mit der Tiefe des darüber stehenden Meeres wachsen, da ja die Radiolarien, wie wir gesehen, bis zu sehr grossen Tiefen hinab leben. Demnach muss die Masse der zur Ablagerung gelangenden Radiolarienreste in solch tiefen Regionen absolut gegenüber den sich gleichfalls niedersenkenden Resten der pelagischen Organismen anderer Gruppen wachsen, speciell gegenüber den Schalenresten pelagischer Rhizopoden, da diese nur eine beschränkte Oberflächenzone bewohnen. Weiterhin haben aber die Challengeruntersuchungen wohl unzweifelhaft ergeben, dass die Kalkschalen pelagischer Thiere, speciell die der Rhizopoden und der gleichfalls sehr häufigen Pteropoden, gewöhnlich nicht über eine gewisse Tiefe unversehrt hinabgelangen, vielmehr in Tiefen über 2000 Faden allmählich durch chemische Einflüsse, wohl ohne Zweifel durch auflösende Wirkung der Kohlensäure, zerstört werden, bis sie schliesslich am Boden nahezu oder gänzlich verschwinden. Statt des Globigerinenschlammes stellt sich dann ein Thonschlamm von rother oder grauer Farbe ein, in welchem sich gewöhnlich noch einige Reste kalkiger Schalen, weiterhin jedoch fast stets Mangansuperoxydhydrat als verschiedengestaltige Concretionen, sowie Partikel verschiedner Mineralien, Quarz, Glimmer, und namentlich sehr weit verbreitet Bimssteinstückchen finden. Auch Radiolarienreste gesellen sich diesen Thonen häufig zu.

Thomson ist der Ansicht, dass diese Thone im Wesentlichen die unlöslichen Rückstände der zerstörten Kalkschalen pelagischer Organismen darstellen. Murray hebt hervor, dass auch vulkanische, über weite Strecken des Meeresbodens zur Ablagerung kommende Producte (Beweis hierfür ist der so verbreitete Bimsstein), ebenso wie Meteoriten und kosmischer Staub zur Bildung der Thone beigetragen haben mögen.

In derselben Weise erklärt sich nun auch das Fehlen oder die grosse Armuth der kalkigen Schalen, speciell der der Rhizopoden in den Radiolarienschlammlagern, welche ihrer Tiefe nach sämmtlich in die

Region der Thone gehören*). Eigenthümlich ist jedoch, dass thonige Beimischungen dem eigentlichen Radiolarienschlamm nicht in erheblichem Grade zuzukommen scheinen, dagegen finden sich darin Braunsteinconcremente, Bimssteinstückchen und andere Mineralpartikel (Ehrenberg und Challengerexpedition), ähnlich wie in den Thonen.

Oben wurde schon auf gewisse Erscheinungen in der Verbreitung der Radiolarien hingewiesen, auf den grösseren Reichthum des stillen Oceans nämlich gegenüber dem atlantischen. Thomson (31) hebt speciell hervor, dass sie am reichlichsten zu sein scheinen, wo das Seewasser ein niederes specifisches Gewicht besitzt. Jedenfalls scheinen sich die Radiolarien in gemässigt warmen und den wärmeren Meeren besonders reichlich zu entwickeln, spärlicher dagegen in den kalten Meeren. So erklärt z. B. auch Thomson die Radiolarienarmuth der Nordsee und der britischen Küsten aus dem Vorhandensein eines kalten Stroms, welcher sich, von der arktischen See kommend, gegen Nordschottland wendet und, sich hier theilend, einerseits die Nordsee wesentlich abkühlt, andererseits in einem 60 – 80 Seemeilen breiten Arm die Westküste der britischen Inseln umzieht. Jenseits dieses kalten Stromes sind Radiolarien im atlantischen Ocean reichlich anzutreffen. Immerhin fehlen aber auch in diesem kalten Gebiete die Radiolarien nicht völlig, denn schon Claparède fand 3 Formen bei Bergen, Stockes**) zwischen den Orkney- und Shetlandsinseln in den Bodenablagerungen 9 Arten. Dass jedoch Radiolarien selbst arktischen Meeren nicht fehlen, dürfte wohl mit Sicherheit aus den Ergebnissen der englischen Nordpolexpedition des Jahres 1875/76 geschlossen werden, welche auf ihrer nördlichsten Station (83° 19′ n. Br.) die radiolarien-reichste Grundprobe traf. Ueberhaupt fanden sich in den Grundproben, welche diese Expedition aus dem arktischen pacifischen Ocean mitbrachte, nicht weniger wie 10 Genera kieselschaliger Formen nach Häckel's Untersuchung***). Auch fand die Challengerexpedition in den Grundproben aus dem südlichen indischen Ocean (50—65° s. Br.) z. Th. recht viele Radiolarienreste†).

Die Radiolarien erscheinen unter günstigen Bedingungen in grosser Menge an der Meeresoberfläche, so dass sie, wie Thomson angibt, das

*) Auch Ehrenberg nahm schon zu einer solchen Auflösung der Kalkschalen seine Zuflucht, um sich deren Fehlen in den Radiolarienablagerungen zu erklären.

**) Quart. journ. of microscop. science N. S. Vol. II. p. 307. Auch abgeschlossnen Meeren fehlen nach Ehrenberg's Untersuchungen (25) Radiolarien nicht völlig, so fand er 1 Stylosphaera im Asow'schen und 4 Mesocaena-Arten im schwarzen Meer, im Caspisee dagegen 2 Haliommen. Ich beobachtete in Ascidia canina aus der Ostsee häufig eine Dictyocha.

***) siehe bei Brady, Ann. mag. nat. hist. 4. S. T. XVII. 1878.

†) Zu einer eingehenderen Besprechung der geographischen Verbreitung der Radiolarien ist bis jetzt noch keine Möglichkeit vorhanden, wir werden daher auch die vereinzelten Thatsachen, welche sich in dieser Hinsicht verwerthen liessen, nicht weiter ausführen. Es ist zu hoffen, dass auch ein einigermaassen befriedigender Ueberblick über diese Verhältnisse sich gewinnen lassen wird, wenn die Resultate der Challengerexpedition vorliegen.

Wasser zuweilen deutlich färben. Jedoch herrscht, wie es scheint, eine deutliche Abstufung der verschiednen Abtheilungen hinsichtlich der Massenhaftigkeit ihres Vorkommens. Nach Häckel und Thomson sind meist die Acanthometriden besonders reich vertreten und mit ihnen wetteifern die Sphaerozoëen. Sehr häufig sind auch gewisse Sphaerideen, Colliden und Phaeodarien, wogegen die Monopylarien im Ganzen nicht zu den häufigsten Formen gehören (jedoch beschränken sich letztere Angaben nur auf die Verhältnisse des Mittelmeers und speciell Messina's)*).

7. Paläontologisches Vorkommen der Radiolarien**).

Ich habe absichtlich in dem Titel dieses letzten Abschnittes nicht von der paläontologischen Entwicklung der Radiolarien gesprochen, denn unsere Kenntnisse der Reste dieser Gruppe aus untergegangnen Erdepochen sind so wenig umfangreich, dass aus ihnen bis jetzt durchaus nichts Sicheres über die phylogenetische Entwicklung zu schöpfen ist. Hierzu gesellt sich nun weiterhin noch dieselbe Schwierigkeit, welche

*) Im Verlaufe des von uns seither eingehaltenen Ganges der Schilderung hätte nun die Besprechung des Systemes und die Charakteristik der Gattungen zu folgen. Ich sehe mich jedoch leider genöthigt, diesen Abschnitt, zu dessen Bewältigung ich ziemlich ausgedehnte Vorstudien gemacht habe, im Hinblick auf die augenblickliche Lage der Radiolariensystematik einstweilen nicht auszuarbeiten. Während der Abfassung des Textes erschien das vorläufige neue Radiolariensystem von Häckel, welches durch eine grosse Zahl neuer Gattungen so umgestaltet und verändert ist, dass ohne genauere Beschreibung derselben eine Orientirung nicht möglich erscheint, zumal Angaben über Synonymie ganz fehlen, frühere Namen z. Th. unterdrückt scheinen u. s. f. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die mehr wie 2000 neuen Arten des Challengermaterials — gegenüber den etwa 300 seither lebend genauer bekannten — eine ganz neue Gestaltung des Systems erfordern. Es wäre daher ein ephemeres, ziemlich werthloses Bemühen, wollte ich es versuchen, unter diesen Verhältnissen das System der Radiolarien darzustellen. Die Besprechung der Radiolarien jedoch überhaupt zu vertagen, war nicht möglich, wenn nicht die Fortsetzung der Protozoën auf unbestimmte Zeit verschoben werden sollte; ich weiss mir daher nicht anders zu helfen, als dass ich einstweilen den systematischen Abschnitt bis nach Erscheinen der Challengerradiolarien aufschiebe, was ja auch kein zu grosser Nachtheil ist, da die allgemeine Schilderung auch so verwerthbar sein dürfte. — Es wird dann späterhin möglich sein, dem Werk durch eingehende Berücksichtigung der neueren Ergebnisse einen um so vollständigeren und dauernder nutzbaren Charakter zu verleihen.

**) Ausser den schon im allgemeinen Literaturverzeichniss namhaft gemachten Schriften von Ehrenberg, Häckel, Zittel, Stöhr und Bütschli sind bezüglich fossiler Radiolarien noch zu vergleichen:

1. **Carruthers, W.,** British Assoc. Reports 1872, p. 126 und Quart. journ. microsc. sc. N. S. Vol. XII. p. 397.
2. **Gümbel, C. W.,** Ueber Foraminiferen, Ostracoden und mikroskopische Thierreste in den St. cassianer Schichten. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. 1869. Bd. XIX. p. 175—186. T. V—VI.
3. **Sauvage,** Annales des sciences géologiques 1873.
4. **D'Achiardi,** Sul gabbro rosso e rocce diasprine che vi si conettono. Atti soc. tosc. sc. nat. Proc. verb. 1880. p. 57—58.

uns schon nöthigte, von einer Darstellung des Systems Abstand zu nehmen, die Ueberzeugung nämlich, dass die bis jetzt genauer bekannten lebenden Radiolarien gleichfalls nur einen kleinen Theil der überhaupt in unsrer Epoche existirenden Vertreter dieser umfangreichen Gruppe darstellen, so dass etwaige Schlüsse, welche wir aus den so unvollständigen Erfahrungen über fossile und lebende Radiolarien hinsichtlich der paläontologischen Entwicklung ziehen wollten, sich wahrscheinlich als sehr trügerisch erweisen dürften.

Auch die von Ehrenberg betonte geringe Uebereinstimmung fossiler und lebender Formen stellte sich nach den neueren Untersuchungen Stöhr's (35) und Häckel's (37) als nicht stichhaltig heraus; beide fanden, dass eine ziemliche Zahl tertiärer Radiolarien mit noch jetzt lebenden identisch ist, wie dies auch zu vermuthen war.

Die soeben hervorgehobnen Umstände zwingen uns zur Beschränkung auf einige allgemeine Bemerkungen und die Schilderung des geologischen Vorkommens fossiler Radiolarien.

Bis jetzt sind fast sämmtliche umfangreicheren und erhaltungsfähigen Untergruppen der Radiolarien auch fossil angetroffen worden. Dass wir unter den fossilen Vorkommnissen die Colliden, Sphaerozoëen und Acanthometreen vermissen, wird uns nicht erstaunen, da die Angehörigen dieser Abtheilungen entweder überhaupt keine erhaltungsfähigen Skelettheile besitzen, oder wie ein Theil der Colliden und Sphaerozoëen solche, die im isolirten Zustand kaum oder nicht sicher zu erkennen sind. Einzelne Skeletspicula gewisser Colliden und Sphaerozoëen werden sicher zunächst auf Spongien bezogen werden, wogegen die Collosphaera ähnlichen Gitterkugeln gewisser Sphaerozoëen sich im isolirten Zustand nicht mehr mit Sicherheit von den ähnlichen Gitterkugeln einschaliger Sphaerideen unterscheiden lassen. Gewisse von Ehrenberg und andern Forschern beschriebne einfache Gitterkugeln, so Cenosphaera Ehrbg. und Acanthosphaera Ehrbg. lassen sich denn auch ebensowohl auf Sphaerozoëen wie Monosphaerideen beziehen.

Als weitere Stütze der eben gegebnen Erklärung des scheinbaren oder thatsächlichen Fehlens jener Gruppen im fossilen Zustande darf weiterhin hervorgehoben werden, dass auch in recenten Ablagerungen bis jetzt noch keine Vertreter derselben nachgewiesen worden sind.

Wichtiger dagegen erscheint der Mangel einiger kieselschaliger, wohl erhaltungsfähiger Gruppen. So ist bis jetzt von der nach Häckel's neuen Forschungen in der Jetztzeit recht reich entfalteten Gruppe der sogen. Plectida (Plagiacanthida Hertw.) fossil noch nichts beobachtet worden. Auch die umfangreiche Abtheilung der Phaeodaria fehlt in den Verzeich-

5. **Pantanelli, D.**, Radiolari dei Diaspri. Atti soc. tosc. sc. nat. Proc. verb. 1880. p. 58, auch Bollet. R. com. geol. d'Ital. 1880.
6. **Pantanelli** e **De Stefani**, Radiolari di Santa Barbera in Calabria. Atti soc. tosc. Proc. verb. 1880. p. 59—60.
7. **Zittel, K.**, Handbuch der Paläontologie. Bd. I.

nissen fossiler Radiolarien so zu sagen völlig, ausser reichlich vertretnen Dictyocha- und Mesocaenaformen führen nur Pantanelli und Stefani aus miocänem italienischen Tripel eine Aulacantha auf, bezüglich welcher jedoch, wegen Fehlen der Beschreibung und Abbildung, nicht wohl zu entscheiden ist, ob sie sicher begründet wurde. Dass auch die Abtheilung der Lithelidae schon zur Tertiärzeit vertreten war und nicht auf die Jetztwelt beschränkt ist, wie Häckel noch anzunehmen berechtigt war, ergibt sich aus meinen Untersuchungen der Barbadosradiolarien; Ehrenberg hatte zu dieser Abtheilung gehörige Formen irrthümlich zu der Gattung Stylodictya gezogen*).

Alle übrigen grösseren Untergruppen kieselschaliger Radiolarien sind auch schon zur Tertiärzeit vertreten gewesen.

Nur über diese geologische Epoche liegen bis jetzt eingehendere Forschungen vor, begünstigt durch die Erscheinung, dass diese Formation an gewissen Orten sehr reichhaltige Radiolarienlager einschliesst, wie sie in älteren Formationen bis jetzt nicht zur Beobachtung kamen. Es wäre jedoch gewiss durchaus verfehlt, die Radiolarien überhaupt für eine jugendliche Abtheilung zu halten, wenn auch die Anzeichen ihres Vorkommens in älteren Formationen zur Stunde nur sehr spärlich vorliegen.

Die ältesten Spuren von Radiolarien sind bis jetzt in der Kohlenformation aufgefunden worden, zwar haben sich die von Carruthers einst aus der englischen Kohlenformation unter dem Namen Traquairia beschriebenen vermeintlichen Radiolarienreste nicht als solche erwiesen, sondern als pflanzliche, sporenartige Gebilde, ähnlich den Macrosporen der Rhizocarpeen ergeben; dagegen gibt ein genauer englischer Forscher Sollas**) neuerdings an, in den „carboniferous beds“ von North-Wales Radiolarienreste beobachtet zu haben, welche jedoch in kohlensauren Kalk umgewandelt waren. Aus der Triasformation (von St. Cassian in Tyrol) beschrieb Gümbel die Reste zweier Arten dictyocha-ähnlicher Gebilde, welche mir jedoch nur wenig sicher erscheinen. Aus der oberen Juraformation von Muggendorf ist eine grosse sogen. Cenosphaera durch Waagen bekannt geworden und Steinmann wies neuerdings auf reichliches Vorkommen von Radiolarien in der tithonischen Facies des Jura sowie in der Kreide hin***). Schon früher hatte Zittel das Vorkommen der Radiolarien in der Kreideformation erwiesen, indem er in der oberen Kreide von Haldem in Westfalen und Vordorf in Braunschweig zwei sogen. Cenosphaera-Arten, eine Dictyocha, eine Stylodictya und vier Ver-

*) Die Stylodictya hispida Ehrbg. ist nämlich meinen Beobachtungen zu Folge eine Lithelinsform.

**) Ann. m. n. h. (V) VI. p. 439.

***) Jahrbuch f. Mineral. u. Geologie 1881 (nach Untersuchungen von ihm und von v. Hantken). Die Beobachtungen von Waagen hat Zittel (29) mitgetheilt. Durch eine gef. briefliche Benachrichtigung Zittel's kann ich hier nachträglich noch mittheilen, dass v. Dunikowsky Radiolarien im unteren Lias von Schafberg in Ober-Oesterreich gefunden hat.

treter der Cyrtida (sämmtlich zu der Häckel'schen Gattung Lithocampe von 1862 = Dictyomitra Zitt. 1876 gehörig)*) fand.

Eine genauere Durchforschung der älteren Formationen wird, wovon ich fest überzeugt bin, zahlreiche Radiolarienreste zu Tage fördern, ebenso wie dies auch für die Rhizopoda schon der Fall gewesen ist.

Die Tertiärformation hat dagegen, wie bemerkt, schon eine recht ansehnliche Menge Radiolarienreste geliefert. Stöhr (35) rechnet 454 Arten zusammen, eine Zahl, die gewiss nicht zu niedrig gegriffen ist, wenn man berücksichtigt, wie viele neue Formen allein das Barbadosgestein bei gründlicherer Durchsuchung noch liefern wird**).

Spärlichere Reste von Radiolarien scheinen weithin durch die Tertiärformation verbreitet zu sein, nur drei Fundstätten sind aber bis jetzt bekannt geworden, wo es sich um wirkliche Radiolarienablagerungen aus der Tertiärzeit handelt, ähnlich den recenten der Südsee. Ehrenberg hat spärlichere Reste von Radiolarien beobachtet in den Mergeln oder Polirschiefern von Aegina und Zante in Griechenland, sowie Oran in Afrika, in einer Reihe sogen. Polirschiefer Nordamerikas (Richmond und Petersburg in Virginien, Piscataway in Maryland), ferner im Tripel von den Bermudasinseln, und in einem sogen. Polirschiefer von Morro de Mijellones (Westküste von Südamerika an der Grenze zwischen Bolivia und Chile), schliesslich im Tripel von Simbirsk bei Kasan. Zu den drei Fundorten wirklicher tertiärer Radiolarienlager gehört zunächst Sicilien (speciell der durch Stöhr's Untersuchungen genauer bekannt gewordene Punkt Grotte), weiterhin scheinen jedoch noch einige andere Ablagerungen der italienischen Halbinsel sehr reich an Radiolarienresten zu sein, so gewisse Tripel Calabriens und die sogen. Diasprogesteine Toscanas nach den neueren Untersuchungen von Pantanelli, Stefani und D'Achiardi. Das reichste Radiolarienlager ist das der westindischen Insel Barbados, hinter welcher der dritte Fundort, die Nikobareninseln, beträchtlich zurücksteht.

Die Tripel Siciliens, welche nach Stöhr dem obersten Tortonien angehören, sind weisse blätterige, meist leicht zerreibliche Ablagerungen, nur selten von grösserer Festigkeit. Ihr Kieselsäuregehalt geht ziemlich parallel dem schwankenden Gehalt an Radiolarienresten und erhebt sich von 30 bis auf 68%. Sie enthalten wie alle Radiolarienablagerungen noch mehr oder weniger Reste mariner Diatomeen und Spongien, sowie Kalkschalen von Rhizopoden beigemischt. Merkwürdiger Weise schliessen jedoch diese sicilischen Tripel auch ziemlich zahlreiche Fischreste,

*) Drei dieser sogen. Dictyomitren gehören nach Häckel's neuester Classification zur Unterfamilie der Stichocyrtida und zur Gattung Lithocampe; die vierte nur dreigliedrige gehört zur Unterfam. der Triocyrtida und zwar zur Gattung Tricolocampe Häck. 1881.

**) Ich habe zunächst eine genaue Zusammenrechnung und Vergleichung der Tertiärformen nicht vorgenommen, weil eine kritische Revision derselben auf Grundlage der Challengerradiolarien späterhin doch zur Nothwendigkeit wird. Das später zu publicirende System soll auch die fossilen Formen genau berücksichtigen und wird ebenso Nachweise über die Zahl der fossilen Arten und ihr Vorkommen geben.

darunter nicht selten Süsswasserfische und weiterhin Landpflanzen ein. Sie geben uns demnach ein hübsches Beispiel der Vermischung einer Tiefseeablagerung mit durch Süsswasser vom Festland zugeführten Resten. Stöhr konnte in dem reichsten Tripel, dem von Grotte, nicht weniger wie 118 Radiolarienarten auffinden*).

Auf Barbados bilden die Radiolariengesteine einen ansehnlichen Theil des bis zu 1147 Fuss aufsteigenden Gebirgsstocks der Insel. Bedeckt werden sie z. Th. von einem Korallenkalk. Ehrenberg beschreibt diese Gesteine als eisenschüssigen Sandstein, sandigen Kalkstein und erdige Mergel. Ihr Radiolarienreichthum ist übrigens ziemlich wechselnd, wie sich aus den Untersuchungen verschiedner Proben durch Ehrenberg ergibt. Die besonders reichen scheinen eine tripel- oder mergelartige Beschaffenheit zu besitzen**). Auch bituminöse Radiolarienmergel finden sich vor. Die von Ehrenberg mitgetheilte Analyse eines solchen Polycystinenmergels (ausgeführt von Rammelsberg) weist gar keine freie Kieselsäure auf, sondern 34 % Thonerdesilikat und nicht weniger wie 59 % kohlensauren Kalk, ein Ergebniss, welches sich schwer mit der mikroskopischen Untersuchung vereinigen lässt und der Vermuthung Raum gibt, dass irgend etwas in der Analyse nicht stimmt.

Den auffallenden Kalkreichthum der Barbadosgesteine erklärt sich Ehrenberg durch Beimischung von Rhizopodenschalen (nur fünf Formen liessen sich jedoch auffinden) und coccolithen-ähnlichen Gebilden, sowie eines z. Th. kalkigen Mulms. Diese Mulmbeimischung beträgt überhaupt zuweilen bis zur Hälfte des Gesteinsvolumens. Vielleicht dürfte sich jedoch der ansehnliche und im Hinblick auf die recenten Radiolarienschlamme auffallende Kalkgehalt durch nachträgliche Infiltration erklären, in welcher Hinsicht die Ueberlagerung durch Korallenkalk beachtenswerth erscheint. Interessant erscheint die häufige Beimischung von Bimssteinstückchen eben im Hinblick auf die recenten Tiefseeablagerungen.

Das Barbadosgestein lieferte Ehrenberg nicht weniger wie 278 Arten Radiolarien, womit jedoch die Zahl der vorhandnen nicht erschöpft ist, da ich bei kurzer Untersuchung noch eine ziemliche Zahl weiterer fand; daneben enthält es noch einige Diatomeen (18 Arten) und Spongiennadeln.

Recht abweichend von den soeben geschilderten sind die Radiolarienablagerungen der Nikobareninseln beschaffen, welche hauptsächlich auf den Inseln Car Nikobar und Camorta angetroffen wurden. Ihrer petrographischen Beschaffenheit nach erinnern dieselben viel mehr an die Tiefseeablagerungen der Jetztwelt. Es sind nämlich Thone etwas verschiedner

*) Die Speciessonderung ist jedoch von ihm, wie auch schon Steinmann (Neues Jahrb. f. Mineralogie 1881) hervorhebt, etwas weit getrieben worden.

**) Inwiefern die von Ehrenberg für einen Theil dieser Gesteine gebrauchte Bezeichnung Sandsteine gerechtfertigt werden kann, will mir nicht recht einleuchten. Ehrenberg, der auch alle unorganischen Beimischungen aufzählt, erwähnt wenigstens durchaus nichts von Sand. Das Stückchen Gestein, welches ich in Händen hatte, enthielt sicherlich keinen Sand.

Beschaffenheit, graue auf Car Nikobar, weisse, meerschaumartige, sowie eisenhaltige rothe und bunte auf Camorta. Diese radiolarienhaltigen Thone bilden mit Mergeln und kalkhaltigen Sandsteinen den bis zu 2000′ sich erhebenden Gebirgsstock dieser Inseln.

Während Ehrenberg ursprünglich (4, 1850) die Zahl der Radiolarienarten dieser Ablagerungen auf mehr wie 100 schätzte, gab er in seinem späteren Verzeichniss (26) nur 39 an, welche sich bei Zurechnung der gleichfalls zu den Radiolarien gehörigen vier Dictyochen und einer Stephanolithis auf 44 erheben *).

Die Radiolarienfauna von Barbados besitzt einen sehr eigenthümlichen Charakter, wegen der ungemein reichen Vertretung, welche in ihr die Monopylarien finden. Von den 292 bekannten Formen sind nicht weniger wie 234 Monopylarien, darunter 188 Cyrtiden, 41 Zygocyrtiden (= Spyrida Hck. 1881) und 5 Acanthodesmiden (= Stephida Hck. 1881). Sphaerideen (= Peripylaria Häck. 1881) finden sich dagegen nur 58 (darunter reguläre Sphaerideen und Disciden zusammen 56, eine Zygartide Häck. 1881 und eine Lithelide). Auch in den Ablagerungen der Nikobaren überwiegen die Monopylarien; unter 43 Formen sind 26 Monopylarien (20 Cyrtida, 5 Zygocyrtida und 1 Acanthodesmide), 13 reguläre Sphaerideen und Disciden und 4 Phaeodarien (Dictyochen).

Abweichend gestaltet sich dagegen die Fauna der sicilischen Tripoli von Grotte nach Stöhr; hier überwiegen entschieden die regulären Sphaerideen und Disciden, welche zusammen 69 der 118 bekannten Arten ausmachen. Hierzu gesellen sich als weitere Peripylarien noch 1 Pylonide und 3 Zygartiden, während die Monopylaria bis jetzt nur in 39 Vertretern beobachtet wurden (33 Cyrtida und 6 Zygocyrtida); hierzu schliesslich noch 6 Phaeodarien.

Es wäre nun jedenfalls wenig zutreffend, wenn man, wie dies zuweilen geschehen, aus dem Vorherrschen der Cyrtida und Zygocyrtida in den tertiären Faunen von Barbados und den Nikobaren den Schluss ziehen wollte, dass diese Abtheilungen während der Tertiärzeit eine besonders hervorragende Entwicklung erreicht hätten. Hiergegen spricht einmal schon die Beschaffenheit der sicilianischen Tertiärfauna, weiterhin jedoch auch die Zusammensetzung recenter Radiolarienablagerungen der Tiefsee. Betrachten wir die zwei reichhaltigsten der von Ehrenberg analysirten Radiolarienablagerungen aus grossen Tiefen, die aus dem indischen und die aus dem stillen Ocean, so finden wir, dass die erstere unter 43 beobachteten Formen 29 Monopylarien (26 Cyrtiden und 3 Zygocyrtiden) gegenüber 13 Sphaerideen (11 reguläre Sphaerideen und Disciden, 1 Zygartide und 1 Pylonide) und 1 Phaeodarie aufweist. In der

*) Wie mir Prof. Zittel während des Drucks dieses Bogens mittheilt, hat Dr. P. Reinsch kürzlich auf Cypern eine salzhaltige Ablagerung entdeckt, welche zu 50% aus Radiolarien besteht. Die kurze Abhandlung des Entdeckers über seinen Fund konnte ich nicht mehr durchsehen.

Ablagerung aus dem stillen Ocean tritt das Ueberwiegen der Monopylarien weniger deutlich hervor, doch ist es immerhin wohl ausgesprochen. Auf 40 Monopylarien (35 Cyrtida und 5 Zygocyrtida) finden wir hier 31 Peripylaria (27 reguläre Sphaerideen + Disciden, 3 Zygartiden, 1 Pylonide) und schliesslich 4 Phaeodarien.

Aus diesen Vergleichungen ergibt sich, dass auch unsere jetzigen Tiefseeablagerungen ein starkes Ueberwiegen der Monopylaria zeigen, wenn auch nicht so auffallend, wie das Barbadosgestein. Es scheint hieraus wohl sicher hervorzugehen, dass die Monopylaria vorzugsweise Tiefseebewohner sind, was auch ihre relative Spärlichkeit an der Meeresoberfläche schon einigermaassen erkennen lässt und dass ihr starkes Ueberwiegen in den tertiären Ablagerungen von Barbados und den Nikobaren wohl hauptsächlich auf die beträchtliche Tiefe zurückzuführen ist, in welcher jene Ablagerungen ursprünglich entstanden.

Auch Häckel fand durch seine Untersuchungen des Challengermaterials, dass die Radiolarienfauna der tiefsten Regionen der heutigen Meere am meisten der fossilen Fauna von Barbados gleicht (37).

Andrerseits müssen wir dagegen schliessen, dass die Tripoli Siciliens ihre Entstehung in geringerer Tiefe fanden, welcher Schluss auch wohl in dem Vorkommen ziemlich wohlerhaltner, eingeschwemmter Reste pflanzlicher und thierischer Organismen des Festlandes eine Bestätigung findet*).

*) Dem Literaturverzeichniss über Radiolarien bitte ich nachträglich noch zuzufügen: **Wallich, G. C.**, On some undescribed Testaceous Rhizopods from the North-Atlantic Deposits. Monthly microscop. journ. I. p. 104—110. Pl. III. 1869 (beschreibt die Schalen einiger Challengeridae).

B. Abtheilung (Klasse, Subphylum)

Sporozoa.

(Leuckart 1879.)

Den Grundstock dieser Klasse, deren hier adoptirte Bezeichnung 1879 von R. Leuckart in Vorschlag gebracht wurde, bildet eine Gruppe parasitischer einzelliger Wesen, die sogen. Gregariniden, welche vorzüglich durch ihre eigenthümlichen Fortpflanzungsverhältnisse charakterisirt werden. Das Wesen letztrer besteht darin, dass der einzellige Organismus, mit oder ohne vorhergehende copulative Verschmelzung mit einem Genossen und nach Einschluss in eine Cystenhülle, eine verschiedne z. Th. sehr ansehnliche Zahl beschalter Fortpflanzungskörper (sogen. Sporen) durch Theilung oder Knospung erzeugt. Der plasmatische Körper dieser kann selbst wieder in eine verschiedene Anzahl Keime zerfallen. Zu den Fortpflanzungserscheinungen gesellen sich weiterhin eine Reihe morphologischer und physiologischer Eigenthümlichkeiten der reifen Formen, welche diese Gruppe ziemlich scharf charakterisiren. So eine membranöse Umhüllung des Körpers, welche echte Plasmabewegung wenigstens im erwachsenen Zustand verbietet. Weiterhin als physiologische Eigenthümlichkeit die parasitische Lebensweise, welche die Nichtaufnahme fester Nahrung erklärlich macht. Zahlreiche Formen sind sogar als Schmarotzer in Zellen höherer Thiere erkannt worden und es spricht nicht wenig dafür, dass dieser Zellenparasitismus ursprünglich der ganzen Abtheilung eigenthümlich war.

Ein Vergleich der Fortpflanzungserscheinungen unsrer Formen mit denen andrer Protozoën weist vielleicht zunächst auf die Vorgänge bei gewissen einfachen Rhizopoden hin, namentlich lässt sich das auf Grund einiger neuer Untersuchungen über die Fortpflanzung gewisser amöbenartiger Organismen noch bestimmter behaupten. Da andrerseits kein zu grosses Hinderniss zu bestehen scheint, sich die Gestaltung eines gregarinidenartigen Organismus sowohl nach morphologischer wie physiologischer Seite hin aus einem einfachen rhizopodenartigen Wesen entstanden zu denken, so glauben wir, dass die Gregarinida hier die geeignetste

Stelle finden. Man hat in früherer und neuerer Zeit mehrfach die Vermuthung ausgesprochen, dass die Gregariniden überhaupt nicht den thierischen einzelligen Wesen zuzurechnen seien, sondern ins Pflanzenreich überwiesen werden müssten. Doch hatt nur Gabriel diese Ansicht eingehender zu begründen versucht; er findet die nächsten Beziehungen der Gregariniden bei den Myxomyceten. Unsre genauere Darstellung wird jedoch zeigen, dass jedenfalls bis jetzt eine solche Zusammenstellung beider Gruppen nicht berechtigt erscheint. Dies schliesst aber nicht aus, dass auch gewisse Aehnlichkeiten zwischen Gregariniden (und namentlich Sporozoën im weiteren Sinne) und den Myxomyceten aufzufinden sind, denn schliesslich werden doch wohl auch die Myxomyceten mit den einfacheren Rhizopoden in stammverwandtschaftliche Beziehung gesetzt werden müssen.

Neben den Gregarinida besprechen wir in der Klasse der Sporozoa noch zwei weitere Gruppen, die Myxosporidia und Sarcosporidia, deren Einreihung in diese Klasse einen mehr provisorischen Charakter besitzt. Weniger gilt dies hinsichtlich der Myxosporidia, für deren Zugehörigkeit zu den Sporozoa eine Anzahl wesentlicher Gründe spricht. Unsicherer dagegen ist die Stellung der Sarcosporidia. Beide Gruppen sind ebenfalls parasitische, die letztere sogar gleichfalls cellularparasitisch. Beide haben ferner mit zahlreichen eigentlichen Gregarinida die Erzeugung grosser Mengen von Sporen gemeinsam.

Indem wir bei der noch unsicheren Verfassung unsrer jetzigen Kenntnisse der beiden letzterwähnten Abtheilungen darauf verzichten, hier eine kurze diagnostische Charakteristik der unter der Bezeichnung Sporozoa zusammengefassten drei Abtheilungen vorauszuschicken, werden wir zunächst die eingehender erforschte Gruppe der Gregarinida specieller betrachten und hierauf mehr anhangsweise die Abtheilungen der Myxosporidia und Sarcosporidia schildern.

1. Uebersicht der historischen Entwicklung unsrer Kenntnisse der Sporozoa.

Die erste Entdeckung der uns hier beschäftigenden Protozoënabtheilung wird von Diesing (25) schon ins 17. Jahrhundert verlegt und Redi (1, p. 183) zugeschrieben. Es scheinen mir jedoch die Gebilde, welche Redi in grösserer Zahl (16) in einem nussgrossen Bläschen, das am Ovarium eines Cancer pagurus befestigt war*), auffand, in ihrer Bedeutung zu zweifelhaft, als dass wir dem berühmten italienischen Forscher auch die Entdeckung der Gregarinen zuweisen dürften.

Sehr kenntlich dagegen ist die von einer kurzen Beschreibung begleitete Abbildung, welche Cavolini 1787 (2, p. 169. T. 2, Fig. 22) von

*) Dieselben Bläschen sammt Inhalt hat er jedoch auch bei einer „Locusta" am Ovarium und dem Magen befestigt angetroffen.

einer Gregarine gab. Er fand dieselbe in grosser Menge in den beiden eigenthümlichen Anhangsdrüsen des Magens von Cancer depressus. Cavolini hielt die paarweise zusammenhängenden Thiere für zweigliedrige Bandwürmer und entwarf auch ein ganz anschauliches Bild ihrer Bewegungen. Sehr deutlich beobachtete er weiterhin schon den Zellkern als helle Stelle in dem hinteren Abschnitt seiner Gregarinen, hielt ihn jedoch für eine Oeffnung, welche er der z. Th. ähnlich gelagerten Geschlechtsöffnung der Bandwürmer vergleicht.

Sehr zweifelhaft erscheinen mir wieder die Angaben Ramdohr's (3) über Schmarotzergebilde der Insecten, welche vielfach auf Gregarinen bezogen worden sind. Dies gilt ebensowohl von den unter dem Namen „Netzkörperchen" (nicht Schwielen, wie Diesing angibt) aus dem sogen. Netz (Fettkörper) der Larve von Dermestes lardarius beschriebnen Gebilden (T. XI. Fig. 8), wie auch von dem Eingeweidewurm aus dem Magen des Reduvius personatus (T. XXII. Fig. 9 u. 11), welchen er „Vibrio Reduvii" nannte.

Dagegen dürften die Würmchen, welche Gaede (4, p. 17) 1815 im Mitteldarm von Blaps mortisaga fand, mit Recht auf Gregarinen bezogen werden*).

Ein tieferes Interesse erhielten die Gregarinen zum ersten Mal durch die Untersuchungen von Léon Dufour (5—8), welcher mit Recht als der erste wissenschaftliche Entdecker derselben zu bezeichnen ist und auch den Namen Gregarina schuf (6). Bei seinen eingehenden Untersuchungen der Insectenanatomie konnten ihm die zahlreichen Gregarinenformen dieser Arthropoden nicht verborgen bleiben. Schon um 1811 hatte er dieselben bei Blaps gigas zum ersten Mal gesehen, doch veröffentlichte er erst im Jahre 1826 seine Beobachtungen über die Gregarinen mehrerer Käfer. Es erschien zu damaliger Zeit gewiss gerechtfertigt, diese Parasiten zu den Eingeweidewürmern zu ziehen; speciell in die Gruppe der Vers parenchymateux Cuvier's und in die Familie der Trematoden glaubte sie Dufour einreihen zu sollen. Die nächste Beziehung zu ihnen schien ihm die Gattung Caryophyllaeus darzubieten. Zum Theil erklärt sich diese Auffassung Dufour's auch aus der irrthümlichen Annahme, dass das Vorderende der Gregarinen mit einem saugnapfartigen Mund ausgerüstet sei. Darmkanal und After wurden dagegen vermisst.

Fast zwei Jahre später (1828, 6) glaubte er sicher zu sein, dass es sich thatsächlich um eine ganz neue Gattung von Eingeweidewürmern handle, für welche er dann auch den neuen Namen Gregarina einführte und zwei Arten unterschied. Nicht allein bei Coleopteren, sondern auch bei Orthopteren (Forficula) hatte sich die Gegenwart der Gregarinen jetzt nachweisen lassen; hierzu gesellten sich 1833 (7) auch ein Beispiel aus

*) Es ist ohne Zweifel eine Verwechslung der Namen, wenn A. Schneider (10) angibt, dass Dujardin die Entdeckung der Gregarinen Goetze zuschreibe. Es ist Gaede gemeint.

der Ordnung der Hemipteren und 1837 (8) noch weitere Formen aus verschiednen Orthopteren. In letzterwähntem Jahr fasste Dufour seine Beobachtungen über die Gregarinen, und die Eingeweidewürmer der Insecten überhaupt, nochmals zusammen.

Seine Ansichten über Bau und Verwandtschaftsverhältnisse unsrer Organismen hatten sich gegen früher nicht wesentlich geändert, nur glaubte er die Entdeckung einer zweifachen Hautbekleidung gemacht zu haben. Von dem Kern hat er bei seinen Untersuchungen nichts wahrgenommen.

Wie bemerkt, waren Dufour's Kenntnisse auf die Gregarinen der Insecten beschränkt. Auch seine nächsten Nachfolger Hammerschmidt (11) und v. Siebold (12) untersuchten nur solche Formen. Ersterer erweiterte die Kenntniss derselben durch die Beschreibung einer Anzahl neuer Arten, machte auch den sehr missglückten Versuch, einige Geschlechter zu unterscheiden und suchte den Nachweis zu führen, dass die Gregarinen einen Darmkanal besässen. Von grössrer Wichtigkeit ist dagegen, dass er den Kern im auffallenden Lichte wieder deutlich beobachtete und abbildete. Hinter Dufour blieb er hauptsächlich darin zurück, dass er das von dem ersteren schon häufig gesehene und richtig gedeutete Zusammenhängen zweier Gregarinen ganz missverstand und die Paare als einheitliche Organismen deutete. Siebold's (8) Forschungen (1839) über die Insectengregarinen waren in mancher Beziehung von grosser Bedeutung. Abgesehen von zahlreichen Einzelheiten und der Erweiterung der Artkenntniss, welche sie darboten, verdanken wir ihm hauptsächlich die erste genauere Kenntniss des Nucleus*) und einer mit sehr entwickeltem Haftapparat versehenen Form, sowie vor allem den ersten Hinweis auf die Fortpflanzungsverhältnisse.

Siebold entdeckte nämlich in der Larve einer Mücke (Sciara nitidicollis), welche von einer Gregarine heimgesucht wird, encystirte Gregarinen auf verschiednen Entwicklungsstufen, darunter namentlich auch zahlreiche mit Pseudonavicellen (Sporen) gefüllte, reife Cysten. Obgleich ihm der Zusammenhang zwischen Gregarinen und Pseudonavicellenbehältern noch verborgen blieb, so lenkten seine Beobachtungen doch zuerst wieder die Aufmerksamkeit auf frühere Erfahrungen über ähnliche Pseudonavicellenbehälter der Regenwürmer und gaben damit der Anstoss zur Erkenntniss der Regenwurmgregarinen in ihren Beziehungen zu denen der Insecten.

Schon 1835 hatte nämlich Henle**) solche Pseudonavicellenbehälter in den Hoden des Regenwurms beobachtet, ohne aber zu irgend einer gesicherten Vorstellung über ihre Bedeutung zu gelangen. Nur ihre

*) Die eigentliche Bedeutung des Nucleusbläschens ahnte v. Siebold jedoch nicht, wie er denn die Gregarinen gleich seinen Vorgängern zu den Eingeweidewürmern und zwar zu den Cystica stellen wollte.

**) Arch. f. Anat. u. Physiol. 1835. p. 591 Anm.

Beziehung zu den Eiern des Regenwurms, die wohl früher wie später mehrfach vermuthet wurde, glaubte er sicher zurückweisen zu dürfen. Nichtsdestoweniger war schon in demselben Jahr 1835 eine Gregarine aus der Leibeshöhle des Regenwurms von Dujardin (9) unter dem Namen Proteus tenax recht gut beschrieben worden und im folgenden Jahr schilderte Suriray (10) auch eine der gewöhnlichsten Gregarinen aus dem Hoden des Regenwurms und lieferte sehr kenntliche Abbildungen derselben. Auch Pseudonavicellen scheint er frei im Inhalt des Hodens gefunden zu haben, ohne jedoch ihren Zusammenhang mit der von ihm unter dem Namen „sablier protéiforme" beschriebnen Gregarinenform zu ahnen. Ebenso hatte Henle Regenwurmgregarinen in den Jahren 1836 und 37 mehrfach beobachtet, worüber er jedoch erst 1845 eine Mittheilung machte (13). Bemerkenswerth erscheint, dass er bei ihnen zuerst einen haarartigen Besatz gelegentlich beobachtete. Die Beziehung der Pseudonavicellenbehälter zu den Gregarinen hielt er jetzt für ziemlich sicher, doch ohne hierfür neue Belege beizubringen. Irrthümliche Beobachtungen H. Meckel's*) aus dem Jahr 1844 über die Pseudonavicellenbehälter des Regenwurms übergehen wir an dieser Stelle.

Von hervorragendster Bedeutung für die Erkenntniss der uns hier beschäftigenden Wesen wurden jedoch die Untersuchungen Kölliker's. Obgleich er dieselben erst im Jahre 1848 ausführlich veröffentlichte (17), hatte er doch schon 1845 (14) seine in jeder Hinsicht bahnbrechenden Ansichten über die Natur unsrer Organismen mitgetheilt. Hier zuerst wird die Ansicht ausgesprochen und zu begründen versucht, dass die Gregarinen einzellige Wesen seien — dass das von Hammerschmidt und von Siebold beschriebne Bläschen der Zellkern sei. Hierdurch und durch den gleichfalls versuchten Nachweis, dass es sich um ausgebildete Thierformen handle, nicht etwa um Larven oder Keime höherstehender Thiere, wurde denn auch die den Gregarinen seither allgemein zugewiesene Stellung unter den Eingeweidewürmern berichtigt. Weiterhin erscheinen jedoch die Kölliker'schen Untersuchungen dadurch noch besonders werthvoll, weil sie zuerst die weite Verbreitung unsrer Organismen bei Würmern, Tunicaten und Arthropoden darlegten. Nicht nur bei verschiedenen Anneliden, sondern auch bei Gephyreen und Nemertinen wies er Gregarinen nach; durch Beiträge von v. Siebold und Ecker konnte er ferner das Vorhandensein solcher Parasiten auch bei gewissen Tunicaten, Crustaceen und Myriopoden feststellen. Bei letzteren beiden Arthropodenabtheilungen waren ziemlich gleichzeitig auch von v. Frantzius und Stein Gregarinen nachgewiesen worden.

Etwas beeinträchtigt wurden die Kölliker'schen Ansichten über die Natur und das Wesen der Gregarinen durch den Mangel klarer Beobachtungen und Vorstellungen über ihre Fortpflanzungs- und Entwicklungsvorgänge. — Die auf Grund missverstandner Beobachtungen

*) Meckel, H., Arch. f. Anat. u. Phys. 1844.

anfänglich angenommene Vermehrung durch Zweitheilung (endogene Zellbildung), betrachtete er späterhin selbst wieder als zweifelhaft. Auch das Verhältniss der Pseudonavicellencysten zu den Gregarinen blieb ihm, obgleich er hierüber eigne werthvolle Beobachtungen angestellt hatte, noch unklar. Wenn er auch keine ernstlichen Zweifel mehr hegen konnte, dass diese Gebilde in den Entwicklungskreis der Gregarinen gehörten, so war doch der Entwicklungsgang, welchen er den Pseudonavicellencysten zuschrieb, nicht der natürliche, wenn er auch den letzteren vermuthungsweise als gleichfalls möglich besprach.

Die von Kölliker so entschieden betonte Einzelligkeitslehre der Gregarinen hatte bis zu ihrer definitiven Anerkennung noch viele Kämpfe zu bestehen, wie wir ja Aehnlichem bei sämmtlichen Protozoënabtheilungen begegnen. Auf dem Gebiet der Gregarinen wurden jedoch der allgemeinen Anerkennung dieser Lehre noch grössere Schwierigkeiten bereitet, weil sich der Auffassung der Gregarinen als entwickelte, selbstständige Organismen noch zahlreiche Hindernisse in den Weg stellten.

Schon 1845 hatte Henle einige Bedenklichkeiten gegen die Kölliker'sche Auffassung der Gregarinen als einzellige, thierische Wesen geäussert und gleichzeitig der Vermuthung Ausdruck verliehen, dass dieselben möglicherweise unentwickelte Formen, thierische oder sogar pflanzliche Keime seien. In beiden Punkten schloss sich ihm v. Frantzius 1846 (15) in seiner Inauguraldissertation an. Dieselbe brachte jedoch gleichzeitig eine Reihe werthvoller Beobachtungen über die Gregarinen zahlreicher Insecten — namentlich auch über die Häufigkeit des gleichzeitigen Vorhandenseins von Gregarinen und Pseudonavicellenbehältern. Dass die Bedenklichkeiten, welche Frantzius gegen die Kölliker'sche Auffassung der Gregarinen hatte, nicht sehr erhebliche waren, geht schon daraus hervor, dass er dieselben, nach dem Erscheinen der gleich zu erwähnenden wichtigen Arbeit Stein's, fallen liess (1848) und sich Kölliker völlig anschloss.

Die Stein'sche, 1848 erschienene Arbeit besitzt ihre hohe Bedeutung hauptsächlich deshalb, weil in ihr zuerst mit Sicherheit nachgewiesen wurde, dass die Pseudonavicellenbehälter, sowohl die der Monocystiden des Regenwurms wie die der Polycystideen der Insecten, thatsächlich in den Entwicklungskreis der Gregarinen gehören. Gleichzeitig suchte jedoch Stein den Beweis zu liefern, dass nicht die einzelnen Gregarinen durch Encystirung und weitere Umbildung die Pseudonavicellenbehälter, welche er jetzt Cysten nennt, hervorbringen, sondern, dass sich zwei Thiere gleichzeitig in eine Cyste einhüllen, um schliesslich zu verschmelzen. Hiermit war denn zuerst die Wichtigkeit der Copulation im Leben der Gregarinen erkannt. Gleichzeitig wurde jedoch dadurch auch Licht auf eine schon Dufour wohlbekannte Eigenthümlichkeit zahlreicher Gregarinen geworfen, die Erscheinung nämlich, dass viele Formen während ihres erwachsenen Zustandes paarweise zusammenhängen. Die Stein'schen Untersuchungen deuteten diese Eigenthümlichkeit

nun als ein Vorspiel zu der nach Vollzug der Encystirung eintretenden Copulation, weil sich eben die beiden zusammenhängenden Thiere gleichzeitig in die Cyste einschliessen. Das weitere Verhalten der Cysten und die Bildung der Pseudonavicellen wurde, soweit möglich, eingehend verfolgt und die Pseudonavicellen schliesslich als Keimkörner angesprochen, aus welchen nach der Wiederaufnahme in den Darmkanal (resp. andere Theile) eines passenden Wirthes die junge Gregarine hervorschlüpfe. In dieser Weise schien also der Entwicklungscyclus der Gregarinen völlig aufgeklärt.

Eine weitere Analyse der Stein'schen Arbeit kann hier nicht unsre Aufgabe sein, nur soviel sei bemerkt, dass Stein die gregarinenartigen Thiere zu einer besonderen Abtheilung des Thierreichs unter dem Namen „Symphyten" zu erheben vorschlug, welche er vorläufig in die Siebold'sche Klasse der Protozoa einordnen wollte. Dagegen konnte sich auch Stein mit der Kölliker'schen Auffassung der Gregarinen als einzelliger Wesen nicht befreunden. Ihm erregten namentlich die Scheidewand zwischen sogenanntem Kopf und Rumpf der Polycystideen und gar die zwei Scheidewände seiner vermeintlichen Didymophyiden Bedenken, da er solche Bildungen nicht mit dem Bau einer Zelle zu vereinbaren vermochte. Ausserdem schienen ihm auch die Haftapparate gewisser Gregarinen, welche er selbst genauer studirte, mit dieser Ansicht nicht zu harmoniren.

Die durch Kölliker's und Stein's Untersuchungen anscheinend so sicher begründete Auffassung unsrer Wesen, als vollentwickelte, selbstständige Organismen, sollte doch in den folgenden Jahren eine Reihe ziemlich unerwarteter Angriffe erfahren, welche ihren Grund wohl hauptsächlich in der in vieler Hinsicht merkwürdigen und vereinzelten Stellung unsrer Organismen hatten. Anschliessend an eine schon im Jahre 1845 von Henle*) geäusserte Ansicht, dass die Regenwurmgregarinen wohl zu den in den Geweben dieser Oligochaeten meist massenhaft schmarotzenden Nematodenlarven in Beziehung ständen**), glaubte Bruch 1849 (19) nachweisen zu können, dass sich die sogen. Gregarina Lumbrici aus diesen Nematodenlarven hervorbilde — dass sie nichts sei, wie eine „stillgewordene Filaria"***). Er bezeichnete diese Angabe als eine „nackte Thatsache". Die Henle-Bruch'sche Auffassung der Gregarinen fand dann einen warmen Vertheidiger in Leydig, der 1851 (20) durch directe Beobachtung den Uebergang einer im Darm von Terebella sich findenden Gregarine in einen filariaartigen Rundwurm nachgewiesen zu haben glaubte. Auch R. Leuckart (21) hielt 1852 die Lehre von der Degeneration der Rundwürmer zu Gregarinen für erwiesen und suchte

*) Henle, Jahresbericht für Histologie 1845.

**) Von Rhabditis pellio Schnd.

***) Diese Ansicht erscheint jedem um so wunderbarer, der einmal die lebhaften Bewegungen der Regenwurmgregarinen, wenigstens der Monocystis agilis und der Monoc. magna, beobachtet hat.

dieses Verhältniss durch den Vergleich mit den Acephalocysten der Echinococcen, welche ja auch als degenerirte Bandwürmer zu betrachten seien, plausibler zu machen. Die Fortpflanzungserscheinungen der Gregarinen glaubte er nicht als Hinderniss für diese Ansicht betrachten zu dürfen, da ja auch die degenerirten Blasenwürmer noch Fortpflanzungserscheinungen zeigten*).

Gegen diesen merkwürdigen Versuch der Verknüpfung von Gregarinen und Nematoden erhoben jedoch die besten Gregarinenkenner der damaligen Zeit, Kölliker (19) und Stein, ihre Stimme und es scheint, dass die von ihnen vorgebrachten Argumente ihren Eindruck nicht verfehlten, indem in der Folgezeit die erwähnte Anschauung keine Vertreter mehr aufzuweisen hatte**), nur Leidy (22), der sich in Nordamerika mit der Erforschung der Arthropodengregarinen beschäftigte, glaubte denselben ebenfalls eine höhere Stelle in der Reihe der thierischen Wesen zuschreiben zu sollen. Da er bei gewissen Gregarinen eine Längsmuskelfaserschicht entdeckt zu haben glaubte, vermuthete auch er nähere Beziehungen der Gregarinen zu den Würmern.

Bei dieser Gelegenheit sei denn auch kurz der sehr irrthümlichen Anschauungen Diesing's (25, 26) gedacht, welcher durch ganz missverstandne äussere Formähnlichkeit verleitet, die Gregarinen für die nächsten Verwandten der Acanthocephalen unter den Würmern erklärte und diese beiden Abtheilungen, sammt den Gephyreen, zu einer Ordnung der Rhyngoden vereinigte. Eine gewisse Bestätigung dieser irrthümlichen Vergleichung fand er weiterhin in den von Zenker***) entdeckten jugendlichen Echinorhynchen der Leibeshöhle gewisser Süsswassercrustaceen, welche Diesing einfach in die Gattung Gregarina aufnahm. Späterhin suchte er die Gregarinen sogar direct als Larvenformen der Acanthocephalen darzustellen. So wenig auch diese Ansichten ein Recht auf ernstliche Berücksichtigung beanspruchen durften, so hat doch,

*) Ich glaube hier noch einige Bemerkungen zufügen zu sollen, welche auf die heutzutage schwerverständliche Möglichkeit der Entstehung derartiger Ansichten einiges Licht werfen. In Leydig's Darstellung fehlt jeder Beweis, dass der angeblich durch Umbildung einer Gregarine entstandne Rundwurm thatsächlich ein solcher gewesen sei; mit Ausnahme der Thatsache, dass er eine rundwurmartige Gestalt besass und sich nematodenartig bewegte. Nun haben jedoch schon die Kölliker'schen Untersuchungen, sowie spätere von Lieberkühn (l'Institut 1858), Claparède etc. gezeigt, dass es Gregarinen gibt, welche mit sehr nematodenartiger Gestalt auch nematodenähnliche Bewegungserscheinungen verbinden. Speciell für Terebella hat Lieberkühn das Vorkommen einer solchen Gregarine erwiesen. Da nun nach Analogie mit den gleichfalls nematodenähnlich gestalteten und sich bewegenden sichelförmigen Keimen, wie sie im Entwicklungsgang eines Theils der eigentlichen Gregarinen und der sogen. eiförmigen Psorospermien (Coccidien) auftreten, zu schliessen ist, dass wohl auch diese nematodenähnlichen Gregarinen zuweilen andere Gestaltungen annehmen, so liesse sich auf Grund dieser Erfahrungen wohl die vermeintliche Beobachtung des Uebergangs einer Gregarine in einen Rundwurm und umgekehrt begreifen.

**) Durch die Arbeiten von Lieberkühn und A. Schmidt wurde dieser Irrthum dann definitiv beseitigt.

***) De Gamari pulicis hist. nat. Jenae 1832.

wohl im Anschluss an sie, die Einreihung der Gregarinen unter die Würmer noch bis in die neueste Zeit in gewissen Lehrbüchern Eingang gefunden.

Das Interesse, welches die eigenthümlichen, hauptsächlich durch Stein nachgewiesenen Fortpflanzungsprocesse der Gregarinen erregten, gab bald Veranlassung zu weiteren Forschungen. Ziemlich gleichzeitig wurde dieser Gegenstand von N. Lieberkühn und A. Schmidt in Angriff genommen, ohne jedoch durch die Untersuchungen dieser Forscher zu einem befriedigenden Abschluss geführt zu werden. Beide beschränkten ihre Beobachtungen auf die Gregarinen der Regenwürmer und liessen die so zahlreichen und sehr wichtigen Insectenbewohner ausser Betracht. Diese Vernachlässigung hat wohl auch einen nachtheiligen Einfluss auf ihre Arbeiten geäussert; denn es unterliegt keinem Zweifel, dass die Lebensverhältnisse der Regenwurmschmarotzer der Untersuchung weit grössere Schwierigkeiten bereiten, als dies bei denen der Insecten der Fall ist.

Schon die gleichzeitige Anwesenheit mehrerer, in ihren Beziehungen bis jetzt noch nicht hinreichend aufgeklärter Gregarinenformen bei den Regenwürmern hätte dieses Untersuchungsobject gegenüber zahlreichen Insectengregarinen als sehr unzuverlässig und schwierig charakterisiren müssen, das jedenfalls nicht ohne gleichzeitige Controle durch ein Object, bei welchem die Verhältnisse weniger verwickelt lagen, hätte verwerthet werden dürfen.

Unsere historische Uebersicht gewährt nicht Raum zu einer genaueren Analyse der Lieberkühn'schen Arbeit, deren Charakteristik auch noch weiterhin der Gegenstand unsrer Betrachtung sein wird. Es genüge hier die Bemerkung, dass Lieberkühn die Stein'sche Lehre von der Conjugation der Gregarinen für unrichtig erklärte und der Schwerpunkt seiner Arbeit weiterhin darin gipfelt, dass sich der Entwicklungscyclus der Gregarinen vollende, indem der Inhalt der Pseudonavicellen in Gestalt kleiner Amöben hervortrete, welche sich allmählich zu Gregarinen ausbilden. Der gesammte Entwicklungsprocess sollte nach ihm im Innern der Regenwürmer stattfinden, ja die Umbildung der Pseudonavicellen in Amöben schon innerhalb der Cysten geschehen.

Seit Lieberkühn in dieser Weise zuerst ein amöbenartiges Stadium in den Entwicklungsgang der Gregarinen einführte, hat sich diese Vorstellung mehr oder weniger in Ansehen erhalten, obgleich sie in der Folge nur noch durch bald zu erwähnende Untersuchungen E. van Beneden's und die Erfahrung über den Entwicklungsgang der den eigentlichen Gregarinen zunächst verwandten eiförmigen Psorospermien eine Stütze erhielt. Durch Lieberkühn's Arbeit selbst wurde jedoch der postulirte Entwicklungsprocess der Regenwurmgregarinen keineswegs sicher erwiesen; schon eine einfache, vorurtheilsfreie Kritik seiner Mittheilungen führt un-

widerleglich zu diesem Schluss, während die Forschungen späterer Zeit zur Genüge zeigten, dass die Entwicklungsvorgänge der Regenwurmpseudonavicellen in ganz anderer Weise verlaufen, als Lieberkühn annehmen zu dürfen glaubte.

Auch A. Schmidt (23) glaubte auf Grund seiner mit Lieberkühn ziemlich gleichzeitig angestellten Beobachtungen über die Regenwurmgregarinen die Conjugationslehre Stein's (wenigstens für die Monocystis agilis) zurückweisen zu dürfen. Einen wichtigen Fortschritt in der Erkenntniss der eigenthümlichen Lebensverhältnisse der Monocystideen verdanken wir jedoch diesem Beobachter. Er erkannte, dass die erwähnte Monocystide sich innerhalb der kugligen Gruppen von Spermatozoënkeimzellen des Regenwurms aus sehr kleinen Anfängen entwickele und wurde dadurch zu der interessanten Anschauung geführt, dass das häufig beobachtete eigenthümliche Haarkleid derselben nichts weiter sei wie ein Ueberzug verkümmerter Regenwurmspermatozoën. Auch Lieberkühn (30) gelangte später und, wie es scheint, unabhängig zu derselben Vorstellung. Die Frage nach dem Schicksal der Pseudonavicellen und deren Zusammenhang mit den jungen Gregarinen vermochte auch Schmidt nicht zu lösen, doch gelangte er durch eigne Untersuchungen zu dem Schluss, dass die von Lieberkühn als Entwicklungsformen der Gregarinen angesprochnen amöbenartigen Körperchen aus der Leibeshöhle der Regenwürmer sich nicht zu Gregarinen umbildeten und überhaupt nicht in den Entwicklungskreis dieser Wesen gehörten. Schmidt schliesst seine Arbeit sehr richtig mit den Worten, dass er sich dem Ausspruch, welchen P. van Beneden in seinem Referat über die preisgekrönte Lieberkühn'sche Arbeit that: dass nämlich die Entwicklungsgeschichte der Gregarinen durch dieselbe abgeschlossen worden sei, nicht anzuschliessen vermöchte.

Obgleich nun, wie bemerkt, durch die letztbesprochnen Arbeiten die Fortpflanzungsgeschichte der Gregarinen noch fragmentarisch genug gelassen wurde, so trat doch, wohl vorzüglich durch die Lieberkühn'sche Arbeit veranlasst, für eine ziemliche Reihe von Jahren ein Stillstand auf diesem Forschungsgebiet ein. Man glaubte sich wohl zunächst mit der Lieberkühn'schen Annahme über den Entwicklungsvorgang der Gregarinen beruhigen zu dürfen. Erst im Jahre 1871 rief eine Untersuchung E. van Beneden's (34), welche sich an die zufällige Entdeckung einer interessanten Gregarinenform anschloss, die Frage nach der Entwicklungsgeschichte wieder in den Vordergrund.

In der Zwischenzeit wurde durch Untersuchungen verschiedner Forscher, wie Claparède, R. Lankester, Ant. Schneider, Lieberkühn, A. Stuart die Kenntniss der Gregarinenformen und ihrer Verbreitung, wenn auch nicht gerade sehr erheblich, so doch immerhin in mancher Hinsicht vermehrt (27—33). Durch die erwähnte Untersuchung E. van Beneden's erhielt nun aber die Lieberkühn'sche Annahme von dem

amöbenartigen Stadium im Entwicklungsgang der Gregarinen eine Bestätigung und gleichzeitig suchte van Beneden eine höchst eigenthümliche Weiterentwicklung dieser amöbenartigen Jugendformen zu erweisen. Im Anschluss an diese Forschungen über die Entwicklungsgeschichte seiner Gregarina gigantea gelangte van Beneden weiterhin noch zur Erkenntniss eines wichtigen, seither übersehenen Structurelementes, der circulären Fibrillenschicht nämlich, welche sich bei zahlreichen Polycystideen im Ectosark vorfindet. Auch R. Lankester (37) theilte dann 1872 noch Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte einer Gregarine mit, welche sich in mancher Hinsicht an die van Beneden's anschlossen.

Eine recht bedeutungsvolle Beobachtung verdanken wir noch aus demselben Jahr A. Giard (36), dem es nämlich zum ersten Mal glückte, den Conjugations- und Encystirungsprocess einer Monocystidee durch fortlaufende Beobachtung unter dem Mikroskop zu verfolgen.

Mit dem Jahre 1873 beginnt eine neue Phase der Gregarinenforschung, welche durch eine Reihe wichtiger und ausgedehnter Untersuchungen Aimé Schneider's (vorzugsweise über die Gregarinen der Insecten) eröffnet wurde. Da diese, bezüglich des Baues wie der Fortpflanzungsgeschichte in gleicher Weise hochwichtigen Forschungen in vieler Hinsicht den augenblicklichen Stand unsres Wissens von den Gregarinen bezeichnen, so ist hier nicht mehr der Ort, ihren Inhalt näher zu beleuchten, da dies ja wesentlich die Aufgabe der folgenden Abschnitte bilden wird. In Deutschland bemühte sich B. Gabriel seit 1875 in einer Reihe von Mittheilungen die Entwicklungsverhältnisse der Regenwurmgregarinen näher aufzuklären; seine Untersuchungen führten ihn zu Vorstellungen über die Entwicklungsgeschichte und die verwandtschaftlichen Beziehungen der Gregarinen, die, wenn sie sich als gegründet erwiesen, eine völlige Revolution unsrer seitherigen Auffassung dieser Organismen hervorzurufen im Stande wären. Leider war es Gabriel nicht mehr gegönnt, die Resultate seiner Forschungen ausführlich darzustellen, es liegen hierüber nur kurze und schwer verständliche, vorläufige Berichte vor, welche wir späterhin, soweit dies möglich, an geeignetem Ort noch berücksichtigen werden. Auch Verfasser dieses Handbuches beschäftigte sich im Anschluss an A. Schneider mit der Fortpflanzungsgeschichte der Gregarinen, worüber gleichfalls später genauer zu berichten sein wird.

Nachdem wir im Vorstehenden versucht haben, die geschichtliche Entwicklung unsrer Kenntnisse derjenigen Sporozoën, welche man bis vor nicht langer Zeit allein als Gregariniden bezeichnete, wenn auch nur mit Berücksichtigung der Hauptpunkte ihrer Lebensgeschichte, kurz zu schildern, bleibt uns jetzt noch die Aufgabe, in ähnlicher Weise auch die Geschichte der unter dem allgemeinen Namen Psorospermien seither zusammengefassten Gebilde kurz zu betrachten. Wenn wir dies hier gesondert von

der Schilderung des Entwicklungsganges der Gregarinenforschung thun, obgleich die neuere Forschung wenigstens für einen Theil der sogen. Psorospermien unwiderleglich gezeigt hat, dass sie in die Abtheilung der eigentlichen Gregarinen gehören, so bestimmt uns hierzu der Umstand, dass die geschichtliche Entwicklung der Psorospermienforschungen bis in die neueste Zeit einen ziemlich eignen Weg verfolgt hat und es weiterhin bis jetzt doch nur für einen Theil der seither als Psorospermien bezeichneten Gebilde geglückt ist, nahe Beziehungen zu den Gregarinen zu erweisen.

Die sogen. psorospermienartigen Gebilde wurden zuerst bei einem Säugethier, dem Kaninchen, gefunden, welches auch einer der gewöhnlichsten Träger dieser parasitischen Organismen ist. Schon Carswell waren in der Leber dieses Nagers tuberkelartige Gebilde aufgefallen, welche als weisse, eine käsige Masse enthaltende Knoten jenes Organ häufig in grosser Menge durchsetzen. Es lag nahe, diese Knoten den anderweitig bekannten, tuberkelartigen pathologischen Erzeugnissen direct an die Seite zu stellen. Hake (48) untersuchte sie 1839 näher und fand darin massenhaft eiterkörperchenartige Gebilde, welche er denn auch für eine Art Eiterkörperchen erklärte und aus den varikösen Venencapillaren hervorgehen liess. Die Tuberkel selbst hielt er für Krebsgeschwülste, welche durch Entartung der Gallengänge entstanden seien*).

Zwei Jahre später theilte Joh. Müller (99) mit, dass er bei verschiednen Flussfischen, sowohl in inneren Organen (wie in der Augenwand und den Augenmuskeln des Hechtes), verbreiteter jedoch in ausschlagartigen Pusteln der äusseren Haut und der Kiemen grosse Mengen eigenthümlicher, in Cysten eingeschlossner Körperchen getroffen habe. Er nannte dieselben Psorospermien, im Hinblick auf ihre zuweilen zu einem Schwanzanhang ausgezogene Hülle, wodurch ihre Gestalt etwas spermatozoënartig wurde. Auch seine keineswegs recht klaren Anschauungen über die Natur und Bedeutung dieser Gebilde hatten ohne Zweifel Einfluss auf die Namengebung, da er in ihnen ein „belebtes Seminium morbi, eine Art Samenkörperchen" erkannt haben wollte, eine Anschauung, welche ja auch, bei der damaligen Unsicherheit über Bedeutung und Natur der eigentlichen Samenkörperchen, nichts so auffallendes darbot. Immerhin scheint mir aus den damaligen und namentlich auch aus den ein Jahr später von J. Müller (100) gethanen Aeusserungen hervorzugehen, dass er sich der Ansicht entschieden zuneigt: es lägen hier specifische, selbstständige Wesen, nicht aber pathologische Bildungen vor. 1842 hatte nämlich Müller in Gemeinschaft mit Retzius ganz entsprechende Gebilde auch in der Schwimmblase des Dorsches nachgewiesen und hierbei weiterhin einige Beobachtungen über ihre wahrscheinliche Entwicklungs-

*) Da ich die Arbeit Hake's nicht erhalten konnte, berichte ich über dieselbe nach Nasse (49) und Leuckart (92).

geschichte gemacht, auf welche hier einzugehen nicht der Ort ist. Zum besseren Verständniss des Folgenden sei jedoch hier gleich bemerkt, dass sich die Müller'schen Psorospermien der Fische nicht nur durch die Gestalts- und sonstigen Bauverhältnisse ihrer Hülle von den schon erwähnten Körperchen der Kaninchenleber beträchtlich unterschieden, sondern sich auch durch den Besitz von meist zwei eigenthümlichen, dem einen Pol der Hülle innerlich anliegenden Körperchen, die sogen. Polkörper, auszeichneten.

In der Folge hat man sich denn auch gewöhnt, auf Grund dieser Unterschiede die Körperchen des Kaninchens und die sich an dieselben näher anschliessenden Gebilde als ei- oder kugelförmige Psorospermien von jenen Müller'schen zu unterscheiden. Während nun die erstgenannte Form der Psorospermien durch fortgesetzte Untersuchungen zahlreicher Forscher im Laufe der Zeit eine recht befriedigende Aufklärung hinsichtlich ihrer Lebensgeschichte und ihrer nahen Beziehungen zu den eigentlichen Gregarinen erfahren hat, war dies keineswegs in gleichem Maasse für die Müller'schen Psorospermien der Fall. Hier ist sehr vieles noch zu thun. Wir ziehen es daher hier vor, zunächst die Weiterentwicklung unsrer Kenntnisse von jenen Müller'schen Psorospermien (oder Myxosporidien) kurz zu verfolgen. Zur Vervollständigung sei noch bemerkt, dass Mayer*) nachträglich angab, die Psorospermien der Fische schon vor J. Müller 1838 in der Retina eines Cyprinus und 1840 an den Kiemen von Perca beobachtet zu haben.

Creplin beschrieb 1842**) die Psorospermien von Acerina und Leuciscus rutilus und will dieselben gleichfalls schon vor Müller, seit 1835, beobachtet haben. Er wies zum ersten Male auf die Möglichkeit hin, dass hier etwas den sogen. Navicellenbehältern Analoges vorliegen könne, wie sie Siebold bei Sciara aufgefunden habe. Dies scheint überhaupt der erste Hinweis auf die Beziehung der Psorospermien (im weiteren Sinne) zu den eigentlichen Gregarinen zu sein. Auch Dujardin sprach 1845***) den Gedanken aus, dass sich die Psorospermien der Fische vielleicht zusammenstellen liessen mit den sogen. Pseudonavicellencysten der Regenwürmer, über deren Bedeutung er jedoch nichts weiter wusste. Jedoch gelang es Dujardin, noch eine nicht unwichtige Beobachtung über das Vorkommen der Fischpsorospermien zu machen; er traf dieselben nämlich auf den Kiemen von Leuciscus erytrophthalmus nicht in Cysten, sondern in eine verästelte, sarkodeartige Masse eingeschlossen, welche er der Leibessubstanz der Amöben vergleichen zu dürfen glaubte.

Der bis jetzt nur andeutungsweise ausgesprochene Zusammenhang der Myxosporidien mit gregarinenartigen Wesen wurde zuerst von

*) Archiv f. Anat. u. Physiol. 1861. p. 264.

**) Archiv f. Naturgeschichte 1842. I. p. 61—66.

***) Histoire nat. des helminthes.

Leydig (1851) näher zu begründen versucht (20). Leydig's Untersuchungen zeigten zunächst, dass die Verbreitung dieser parasitischen Organismen im Fischkörper eine viel weitere sei, als dies nach den vorhergehenden Beobachtungen zu vermuthen war; er fand sie nicht nur im Herz und dem Herzblut, der Zunge und der Leibeshöhle gewisser Süsswasserfische, sondern auch namentlich sehr reichlich in der Gallenblase zahlreicher Seefische aus der Abtheilung der Chondropterygier. Für die Psorospermien der letzteren glaubte er nun nachweisen zu können, dass sie in gregarinenartigen, unbeweglichen und kernlosen Schläuchen entstehen und zögerte daher nicht, sie der Reihe der gregarinenartigen Wesen direct beizuordnen, um so mehr, als er eine völlige Analogie zwischen den Pseudonavicellen der Regenwürmer, deren Zusammenhang mit den Gregarinen dieser Thiere zur damaligen Zeit ja wohl als festgestellt erachtet werden durfte, und den Psorospermien annehmen zu dürfen glaubte. Diese wichtigen Untersuchungen und Deutungen Leydig's erhielten sehr bald eine wesentliche Stütze durch Beobachtungen Lieberkühn's (101, 1854). Derselbe konnte die Entstehung der Psorospermien in ähnlichen protoplasmatischen, körnerreichen, hüllen- und kernlosen Schläuchen, welche er zahlreich auf der Schleimhaut der Hechtharnblase antraf, gleichfalls beobachten. Auch gelang es ihm, an diesen gregarinenartigen Plasmaschläuchen Bewegungserscheinungen wahrzunehmen. Da er nun weiterhin die Beobachtung gemacht hatte, dass sich die Hülle der Psorospermien zuweilen durch Platzen öffnet — eine Wahrnehmung, die auch früheren Beobachtern schon gelungen war — und der Inhalt hierauf in Gestalt eines kleinen, amöbenartig beweglichen Körperchens hervortrat, so schien ihm auch dadurch die Beziehung der Myxosporidien zu den Gregarinen, für welche er ja einen ähnlichen Entwicklungsgang festzustellen versucht hatte, nur noch mehr gegründet.

Einige Bedenklichkeiten musste aber natürlich die Beschaffenheit der protoplasmatischen, schlauchartigen Gebilde im Vergleich mit den Gregarinen hervorrufen, da ihre Kern- und Hüllenlosigkeit mit letzteren nicht recht in Einklang zu bringen war. Doch glaubten weder Leydig noch Lieberkühn wegen dieser Unterschiede die versuchte Zusammenreihung aufgeben zu sollen.

Allseitig überzeugend vermochten unter diesen Umständen die oben erwähnten Beobachtungen der beiden deutschen Forscher nicht zu wirken. Schon 1853 (56) hatte sich Robin für die pflanzliche Natur der fraglichen Gebilde ausgesprochen, ohne jedoch seine Ansicht durch genügende Belege zu erhärten. Ihm schloss sich ein zweiter französischer Forscher an, welchem wir wichtige Beobachtungen über die Verbreitung und Bauweise der Fischpsorospermien verdanken, Balbiani nämlich. Ohne hier specieller auf die Resultate der Balbiani'schen Untersuchungen einzugehen, deuten wir nur an, dass dieselben zum ersten Mal ein ganz neues Structurelement im Bau unsrer Psorospermien nachwiesen. Balbiani entdeckte

nämlich, dass die schon erwähnten sogen. Polkörperchen einen spiralig aufgerollten Faden enthalten, der unter gewissen Bedingungen hervorgeschnellt werden kann. Auch das von Lieberkühn nachgewiesene Austreten des Protoplasmainhalts der Psorospermien, die er als Sporen bezeichnet, in Amöbengestalt wurde von Balbiani bestätigt. Einen überzeugenden Beleg für die pflanzliche Natur der Psorospermien blieb jedoch Balbiani schuldig. Spätere Forscher wie E. Bessels (103) und Aimé Schneider (40) konnten die Balbiani'sche Beobachtung über das Ausschnellen von Fäden aus den Polkörperchen bestätigen, jedoch wurde dadurch diese merkwürdige Erscheinung nicht klarer. In neuester Zeit versuchte dann auch B. Gabriel (104, 1878) die pflanzliche Natur der Myxosporidien der Hechtharnblase, auf welche gerade Lieberkühn seinen Hauptbeweis gründete, zu erweisen. Gabriel will dieselben als Myxomycetenplasmodien deuten. Da dieser Forscher jedoch auch den eigentlichen Gregarinen nähere Beziehungen zu den Myxomyceten zuschreibt, so wurde hierdurch zunächst die Verwandtschaft der Psorospermien mit den Gregarinen nicht in Abrede gestellt. Schon im Jahre 1876 hatte jedoch auch A. Giard, gelegentlich der Beschreibung eines psorospermienartigen Parasiten aus der Leibeshöhle eines Seeigels*), seiner Ueberzeugung Ausdruck verliehen, dass die Myxosporidien pflanzliche Gebilde, und zwar den Myxomyceten oder Chytridieen nächstverwandt seien. Schliesslich befasste sich auch Verf. (105) dieses Buches mit dem Studium einiger Myxosporidien, erkannte namentlich, dass die Polkörperchen den Nesselkapseln vergleichbare Gebilde seien und klärte auch die Entstehung der Sporen näher auf. Seine Ansicht über die Natur und die Verwandtschaftsbeziehungen der Myxosporidien wird im Laufe der weiteren Darstellung noch eingehender zu schildern sein.

Wie aus dem Gesagten erhellen wird, konnte die eigentliche Natur der Fischpsorospermien bis jetzt nur sehr unzureichend aufgeklärt werden, bei weitem besser dagegen ist dies für die sogen. ei- oder kugelförmigen Psorospermien gelungen, deren Geschichte wir jetzt einer kurzen Betrachtung unterziehen wollen.

Die Deutungen, welche diesen Gebilden im Laufe der Zeiten von mehr oder weniger competenten Forschern gegeben wurden, sind sehr mannigfaltig. Wir ziehen es hier vor, diese verschiednen Ansichten im Zusammenhang zu besprechen, statt einer chronologischen Uebersicht der einzelnen Fortschritte. Zuvor wollen wir aber einen Blick auf die allmählich wachsende Kenntniss von der Verbreitung dieser Schmarotzer durch die Thierreihe werfen. Wie schon erwähnt, waren es die Leberpsorospermien des Kaninchens, welche die Aufmerksamkeit der Forscher zunächst auf sich lenkten.

*) Es ist jedoch unsicher, ob diese von Giard kurz beschriebne Psorospermienform sich den Fischpsorospermien zunächst anreiht.

Remak (50) gelang es zuerst 1845, diese Gebilde nicht nur in der Leber, sondern auch in der Wand des Dünndarms und den Peyer'schen Kapseln des wurmförmigen Fortsatzes beim Kaninchen aufzufinden und er hegte schon die Vermuthung, dass sie im Epithel der Lieberkühn'schen Drüsen und der Gallengänge ihre Entstehung nehmen. Die Infection der Darmwände des Kaninchens mit Psorospermien wurde auch von Lieberkühn (24) bestätigt, in seinem Fall war es der Dickdarm, welcher dieselben in grosser Zahl beherbergte und wo sie in Cysten eingeschlossen sein sollten. Beträchtlich weiter geführt wurden diese Beobachtungen jedoch durch Klebs (61, 1859), der die Psorospermien in den Darmepithelzellen selbst zahlreich auffand, ebenso jedoch auch im unterliegenden Bindegewebe und im Parenchym der Zotten. 1854 hatte aber auch schon Finck (57) die fraglichen Organismen sehr zahlreich in dem Epithel der Darmzotten der Katze angetroffen. In demselben Jahr machte ferner Lieberkühn (58) die interessante Entdeckung, dass auch die Niere der Frösche zuweilen von unseren Schmarotzern heimgesucht wird, die hier in Cysten eingeschlossen in grösserer Menge zusammengebettet sich finden. Um ein Jahr später erhalten wir die wichtige Nachricht, dass unsre Psorospermiengebilde sich auch bei wirbellosen Thieren finden; Kloss (59) fand solche nämlich sehr häufig in der Niere von Helix. Wenn er auch die von ihm gefundene Form nicht direct mit den schon bekannten Psorospermien auf eine Stufe stellte, so sprach er dieselben doch als gregarinenartige und auch den Psorospermien vergleichbare Organismen an. A. Schmidt (23) sprach sich gleichzeitig noch dahin aus, dass diese Schmarotzer in den Nierenzellen selbst zur Entwicklung gelangten.

Das Jahr 1858 brachte die interessante und schmerzliche Botschaft, dass unsre Parasiten auch den Menschen anfallen, hier konnte sie Gubler (60) zuerst ähnlich wie beim Kaninchen in der Leber nachweisen, welche Erfahrung dann in der Folgezeit durch Dressler, Virchow (62) und Leuckart (92) mehrfach bestätigt wurde. Dass jedoch auch der Darm des Menschen Sitz dieser Gebilde ist, wurde schon 1860 durch Kjellberg (62) nachgewiesen und durch Eimer mehrfach bestätigt. Auch der Darm des Hundes wurde schon 1860 durch Virchow als Träger unsrer Parasiten erkannt, was auch Leuckart bestätigt fand. Auch gelang es Virchow (1860), dieselben in der Niere*) der Fledermaus nachzuweisen. 1862 fand Eberth (66) entsprechende Organismen in zahlreichen inneren

*) Bei dieser Gelegenheit sei auch kurz erwähnt, dass Lindemann (siehe Leuckart, Parasiten 1. Aufl. Bd. I. p. 743 und Bullet. soc. imp. Moscou 1863. Nr. 4. p. 425) auch in der Niere und dem Herzen des Menschen unsre Psorospermien beobachtet haben will. Jedoch gestatten die Mittheilungen sehr bedenkliche Zweifel über die richtige Deutung des Gesehenen. Mit Sicherheit darf jedoch die gleichfalls von Lindemann ausgehende Behauptung, dass sich häufig Psorospermienmassen, ja sogar freie, bewegliche Gregarinen an den Haaren des Menschen finden (siehe auch Bull. soc. Moscou 1865. p. 282) zurückgewiesen werden. Auch Knoch will diese Haarpsorospermien des Menschen beobachtet haben (Journ. des russ. Kriegsdepartem. Bd. 95. 1866).

Organen gewisser Cephalopoden, eine Erfahrung, welche später von Aimé Schneider (80) ohne Kenntniss der Arbeit seines Vorgängers bestätigt wurde.

Dass auch die Vögel von unsren Psorospermien heimgesucht werden, erkannte zuerst Rivolta (72, 1869) beim Sperling und Huhn. Die eiförmigen Psorospermien des Mäusedarms wurden 1870 von Eimer*) einem eingehenden Studium unterworfen und die Verbreitung unter den Vögeln durch Piana und Rivolta noch eingehender studirt.

Dass auch den Reptilien unsre Parasiten nicht fehlen, geht aus einer kurzen Nachricht von Solger und Gabriel**) hervor, welche dieselben zahlreich in der Darmwand eines Krokodils gefunden haben. Auch Grassi beschrieb neuerdings Coccidien von Reptilien. Bei Fischen constatirte sie Eimer. Durch Bütschli und Schneider wurden sie in neuester Zeit auch bei Myriopoden aufgefunden.

Ueberschauen wir nun die sehr verschiednen Auffassungen, welche die Coccidien im Laufe der Zeit erfahren haben. Zunächst bot sich die Möglichkeit dar, sie als pathologische Erzeugnisse der inficirten Organe selbst zu betrachten. Wir haben diese Auffassung schon oben als die ihres ersten Beschreibers, Hake, kennen gelernt. Ihm folgte 1843 Nasse (49), der sie am meisten den Knorpelzellen nähern wollte und glaubte, dass sie von der Wand der Gallengänge als ein abnormes Epithelium ihren Ursprung nähmen. Handfield (51) dagegen wollte sie 1846 durch Umbildung der Leberparenchymzellen selbst hervorgehen lassen. Auch Kauffmann (54) war 1847 geneigt, sie für Bildungen des Wirthsorganismus selbst zu halten, während Vulpian sie durch abnorme Entwicklung der Kerne der Leberzellen entstanden dachte. Noch 1863 schien es auch Leuckart (112) das wahrscheinlichste, in ihnen pathologische Gewebselemente zu erblicken. Trotz zahlreicher Versuche, diese irrthümlichen Anschauungen zurückzuweisen, fanden dieselben doch noch 1868 in Roloff (70) und G. Lang (71) Vertreter, von welchen der erstere sie wie Handfield auf Leberzellen zurückzuführen suchte, der letztere dagegen sie für die Endglieder eines eigenthümlichen pathologischen Processes, „regelmässig gestaltete Schollen" einer organischen Masse, erklärte.

Ganz besonders eigenthümlich klingt die von Finck (1854) entwickelte Ansicht, der vermuthete, dass sie bei der Fettresorption der Darmzotten betheiligt seien, da sie angeblich nur in solchen Zotten vorhanden wären, welche in Fettaufnahme begriffen sind.

Sehr lange Zeit hielt sich weiterhin die Vermuthung aufrecht, es seien die Psorospermien Eier von Helminthen.

Zuerst scheint dieselbe von Vogel (52) 1845 ausgesprochen worden zu sein, welcher sie für Eier eines Bandwurms erklärte. Rayer (53) und

*) Auch im Maulwurf hat sie derselbe Beobachter häufig gesehen und nach Leuckart soll auch das Schaf und Meerschweinchen zuweilen als Träger der Darmpsorospermien aufgeführt werden.

**) Berichte der schles. Ges. f. vaterländ. Cultur 1876.

Dujardin vermutheten (1846) in ihnen die Eier von Distomum lanceolatum. Für ihre Natur als Helmintheneier sprach sich weiterhin Brown-Sequard*) 1849 aus. Küchenmeister zeigte 1852 (55), dass die Psorospermien des Kaninchens nicht Distomeneier sein könnten und dass auch ihre Auffassung als Bandwurmeier wenig für sich habe, dagegen schien ihm das richtigste, sie für Eier eines noch unbekannten Nematoden zu erklären. Virchow war zu dieser Zeit zweifelhaft, ob er sich dieser Anschauung anschliessen sollte, dagegen trat Davaine 1860 (65) derselben bei, während Gubler 1859 die menschlichen Leberpsorospermien wieder als Distomeneier deuten wollte. Auch Keferstein**) vertritt 1862 noch die Küchenmeister'sche Ansicht.

Sehr frühzeitig jedoch hatten sich auch Stimmen hören lassen, welche ihnen nähere Beziehungen zu den Psorospermien der Fische und den Pseudonavicellen der Gregarinen zuschrieben. So hatte schon Remak 1845 in ihnen parasitische Organismen ähnlich den Müller'schen Psorospermien zu erblicken geglaubt und ihre Beziehungen zu diesen hebt auch Kauffmann (1847) hervor. Erst die Lieberkühn'schen Arbeiten (24, 58) über die eiförmigen Psorospermien des Kaninchendickdarms suchten jedoch ihre Beziehungen zu den Gregarinen stricte zu erweisen und dadurch die völlige Gleichstellung der sogen. Psorospermien mit den Pseudonavicellen der Regenwurmgregarinen darzuthun. Lieberkühn glaubte das allmähliche Entstehen seiner Psorospermiencysten aus gregarinenartigen Wesen, ganz in der Weise wie sich die Pseudonavicellencysten aus Regenwurmgregarinen entwickeln, nachweisen zu können. Wir dürfen aber wohl aus unsrer jetzigen besseren Kenntniss der Entwicklungsvorgänge dieser Organismen schliessen, dass diese Lieberkühn'schen Darstellungen zum grösseren Theil irrige waren.

Die erste Spur, welche zu dem richtigen Verständniss der Entwicklungsvorgänge der eiförmigen Psorospermien und damit auch zu der definitiven Feststellung ihrer Gregarinennatur hinleitete, war schon 1847 von Kauffmann (54) gefunden worden. Es war die Thatsache, dass sich der Inhalt der Lebercoccidien des Kaninchens nach längerem Aufenthalt in Wasser zu 3—4 Körperchen zertheile, die er für eine zweite Generation von Psorospermien hielt. Dasselbe beobachtete auch Lieberkühn an den Kaninchenpsorospermien, bei weitem vollständiger jedoch an denen der Froschniere (1854). Bei letzteren sah er den Inhalt zu 3—4 stäbchenartigen Körperchen zerfallen, welche sich bewegten und schliesslich aus der Psorospermienhülle hervortraten. Die Annahme, dass diese hervorgetretnen Körperchen wieder zu den Mutterorganismen auswüchsen, aus welchen die Psorospermien hervorgehen, war natürlich und hat sich als begründet erwiesen. Dagegen blieb Lieberkühn die Beziehung dieser Vorgänge im Innern der Psorospermien zu den ganz in gleicher Weise im Innern gewisser Pseudonavicellen (Sporen echter Gregarinen) verlaufenden noch

*) Compt. rend. soc. biolog. Paris 1849. I. p. 46.
**) Göttinger gelehrte Anzeigen III. Bd. auf d. J. 1862. p. 1608.

unklar, obgleich er ähnliches auch in letzteren andeutungsweise beobachtet hatte.

Schon im nächstfolgenden Jahr 1855 lieferte jedoch Kloss eine sehr vollständige und mit den neueren Erfahrungen gut übereinstimmende Lebensgeschichte der in der Helixniere schmarotzenden Coccidienform, welche hier näher zu verfolgen nicht der Ort ist und die nur darin unvollständig blieb, dass das Wiedereindringen der aus den Psorospermien freigewordenen stäbchenförmigen, beweglichen Körperchen nicht beobachtet wurde.

Aehnliche, wenn auch nicht gleich vollständig erkannte Entwicklungsvorgänge der Cephalopodenpsorospermien lehrten ferner die Untersuchungen Eberth's 1862 kennen, welche durch spätere Erfahrungen A. Schneider's Bestätigung und z. Th. auch Erweiterung fanden.

Die durch Kauffmann's Untersuchungen zuerst angebahnte Kenntniss der Entwicklungsprocesse der Leberpsorospermien des Kaninchens wurde, z. Th. gleichzeitig mit der Untersuchung der Darmpsorospermien desselben Thieres, durch zahlreiche Beobachtungen weiter gefördert und dadurch die Uebereinstimmung der Entwicklungsvorgänge dieser Formen mit denen der eben erwähnten immer sicherer erwiesen.

Um diese Erforschung der Leber- und Darmpsorospermien des Kaninchens, welche im Wesentlichen den nämlichen Entwicklungsprocess erkennen liessen, erwarben sich hauptsächlich noch Waldenburg, Stieda, Reincke und schliesslich R. Leuckart Verdienste. Hierdurch wurde denn auch in diesen Psorospermien die Entstehung stäbchenförmiger Gebilde sichergestellt und diese Stäbchen als die eigentlichen Keime erkannt, aus welchen die Mutterorganismen wieder hervorgehen.

Sehr wesentlich vervollständigt wurde das Bild von den Entwicklungsvorgängen und der gesammten Lebensgeschichte der Psorospermien durch die schönen Untersuchungen Eimer's (73) über die Darmpsorospermien der Maus; seine Forschungen trugen sehr wesentlich zu einer richtigen Erkenntniss des Zusammenhangs zwischen Gregariniden und Psorospermien bei. Auch die meisten der letzthin genannten, um die Erforschung der Entwicklungsvorgänge verdienten Forscher huldigten der Ansicht von der Gregarinennatur der Psorospermien; speciell betont haben dies, wie z. Th. schon erwähnt, Lieberkühn, Kloss, Waldenburg, Eimer und namentlich A. Schneider (81, 94), welcher durch seine gleichzeitigen Untersuchungen der Entwicklungsprocesse der Psorospermien und der Vorgänge in den Pseudonavicellen der Monocystideen die Uebereinstimmung derselben klar zu zeigen vermochte. Dieser Auffassung schloss sich denn auch R. Leuckart neuerdings völlig an.

Doch sind auch gelegentlich Ansichten geäussert worden, welche eine Beziehung der Psorospermien zu den Infusorien behaupteten. So glaubte sie Reincke (68, 1866) mit den Infusorien vergleichen zu dürfen, wegen ihrer Fortpflanzung in Kapseln; noch weiter ging 1869 Rivolta (72),

welcher sie aus bewimperten Infusorien hervorgehen liess, die nach Abstreifung ihres Wimperkleids in die Epithelzellen eindrängen und sich hier zu den Psorospermien entwickelten.

Wie bemerkt, werden den Psorospermien gewöhnlich noch gewisse sehr eigenthümliche parasitische Bildungen angeschlossen, welche Miescher 1843 zuerst in den Muskeln einer Maus auffand und die später in weiter Verbreitung bei den Säugethieren und auch den Vögeln nachgewiesen werden konnten. Wir unterlassen es an dieser Stelle die geschichtliche Entwicklung unsrer Kenntnisse dieser immer noch sehr unsichern Organismen zu verfolgen und werden dieselbe späterhin bei der genaueren Betrachtung der Sarcosporidien eingehender berücksichtigen.

2. Literatur.

A. Gregarinida (s. str.).

1. **Redi,** De Animalibus vivis, quae in corporibus animalium vivorum pariuntur. 1708.
2. **Cavolini, F.**, Memoria sulla generazione dei Pisci e dei Granchi. Napoli 1787—89 (Deutsche Uebersetzung von C. A. W. Zimmermann. Berlin 1792.)
3. **Ramdohr, K. A.,** Abhandl. über die Verdauungswerkzeuge der Insecten. Halle 1811.
4. **Gaede, H. M.,** Beiträge zur Anatomie der Insecten. Altona 1815.
5. **Dufour, L.,** in Ann. sc. nat. 1. sér. T. VIII. 1826. p. 43. T. XXI. bis.
6. ——— Note s. la grégarine, nouveau genre de ver qui vit en troupeau d. les intestins de divers insectes. Ann. sc. nat. 1. sér. T. XIII. 1828. p. 366—69.
7. ——— Recherches anat. et physiol. s. l. hémipt. Paris 1833. Taf. XVII.
8. ——— Recherches s. quelques Entozoaires et larves parasites des insectes Orthoptères et Hyménoptères. Ann. sc. nat. 2. sér. T. VII. 1837. p. 1—20. T. I.
9. **Dujardin, F.,** Sur les organismes inférieurs. (II. S. les Infus. appel. Protées etc.) Ann. sc. nat. 2. sér. T. IV. p. 352 ff. Taf. 10. 1835.
10. **Suriray,** Note s. quelques parasites et prod. d. Lombric. terr. p. servir à sa physiologie. Ann. sc. nat. 2. sér. T. VI. p. 353—60. 1 T. 1836.
11. **Hammerschmidt, C. E.,** Helminthologische Beiträge. Isis (herausgeg. v. Oken) 1838. p. 351—58. 1 Taf.
12. **Siebold, Th. v.,** Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. Danzig 1839. (Siehe auch früher: Müller's Archiv 1837. p. 408.)
13. **Henle, J.,** Ueber die Gatt. Gregarina. Arch. f. Anat. u. Physiologie 1845. p. 369—374. T. XIII.
14. **Kölliker, A.,** Die Lehre von der thier. Zelle. Schleiden und Nägeli's Zeitschrift f. wiss. Botanik. Heft II. p. 97. 1845.
15. **Frantzius, Al. v.,** Observationes quaed. de Gregariniis. Diss. inaug. Berol. 1846. (S. auch Arch. f. Naturgesch. 1848. I. p. 188—96. T. VII.)
16. **Kölliker, A.,** Ueber die Entozoëngatt. Gregarina L. Duf. Mittheil. d. naturf. Gesellsch. Zürich 1847. Bd. I. p. 41—45.
17. ——— Beiträge z. Kenntniss niederer Thiere. I. Ueber die Gatt. Gregarina. Z. f. wiss. Zool. Bd. I. 1848. p. 1—37. Taf. I—III.
18. **Stein, Fr.,** Ueber die Natur der Gregarinen. Arch. f. Anat. u. Physiologie 1848. p. 182—223. 1 Taf.
19. **Bruch, C.,** Einige Bemerkungen über die Gregarinen. (Nebst Nachwort von Kölliker.) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II. 1850. p. 110—114.
20. **Leydig, F.,** Ueber Psorospermien und Gregarinen. Müller's Arch. f. Anat. u. Physiol. 1851. p. 221—233. Taf. VIII.

21. **Leuckart, R.,** Parasitismus und Parasiten. Archiv f. physiol. Heilkunde 11. Jahrg. 1852. p. 429—436.

22. **Leidy, J.,** On the organizat. of the gen. Gregarina Duf. Transact. Americ. philos. soc. N. S. X. 1853. p. 235—240. 2 Taf.

23. **Schmidt, Ad.,** Dr. med. (Frankfurt), Beitrag zur Kenntniss der Gregarinen und deren Entwicklung. Abhandl. der Senckenberg. naturforsch. Gesellsch. I. 1854. p. 161—187. Taf. XIV.

24. **Lieberkühn, N.,** Évolution des grégarines. Mém. cour. et mém. d. sav. étrang. Acad. de Belgique. T. XXVI. 1855. 46 pp. 11 Taf.

25. **Diesing, C. M.,** Systema helminthum. Vol. II. 1851. p. 6—18.

26. ——— Revision der Rhyngodeen. Sitzungsberichte der k. k. Akademie zu Wien. Bd. 37. 1859. p. 719.

27. **Schneider, Ant.,** Ueber einige Parasiten der Holothuria tubulosa. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1858. p. 323—330. Taf. XII.

28. **Claparède, E.,** Recherch. anatomiques sur les Annélides, Turbellariées, Opalines et Grégarines. Mémoires de la société de physique et d'histoire natur. de Genève 1861.

29. **Lankester, E. R.,** On our present knowledge of the Gregarinidae, with descriptions of three new species, belong. to that class. Quart. journ. micr. sc. N. S. Vol. III. 1863. p. 63—96. T. VII.

30. **Lieberkühn, N.,** Beitrag zur Kenntniss der Gregarinen. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1865. p. 508—511.

31. **Lankester, E. R.,** Notes on the Gregarinida. Transact. of the roy. micr. soc. N. S. T. XIV. 1866. p. 23—28. Taf. V.

32. **van Beneden, E.,** Sur une nouv. espèce de Grégarine désignée sous le nom de Gregarina gigantea. Bull. Acad. roy. de Belg. 2. sér. XXVIII. 1869. p. 444—456. 1 Tf.

33. **Stuart, A.,** Ueber den Bau der Gregarinen. Bullet Ac. impér. de St. Pétersb. T. XV. 1871. p. 497—502. Mit 1 Taf.

34. **van Beneden, E.,** Recherches sur l'évolution des Grégarines. Bullet. Ac. roy. de Belgique. 2. sér. T. XXXI. 1871. p. 325—59. 1 Taf.

35. **Lankester, R.,** Remarks on the structure of the Gregarinae and on the development of Greg. (Monocystis) Sipunculi Köll. Quart. journ. micr. sc. N. S. T. XII. 1872. p. 342—351. Taf. XX.

36. **Giard, A.,** Contrib. à l'hist. nat. des Synascidies. Arch. zoolog. expérim. T. II. 1872. p. 481.

37. **van Beneden, E.,** Sur la structure des Grégarines. Bullet. Acad. roy. de Belgique. 2. sér. T. XXXIII. 1872. p. 210—23. 1 Taf.

38. **Schneider, Aimé,** Sur quelques points de l'hist. du genre Gregarina. Arch. de zool. expérim. II. 1873. p. 515—33. Taf. 23.

39. ——— Sur un appareil de dissémination des Gregarina et Stylorhynchus. Compt. rend. 1875. T. 80. p. 432—435.

40. ——— Contributions à l'histoire des Grégarines d. invertebr. de Paris et Roscoff. Arch. de zool. expérim. IV. 1875. p. 493—604. T. 16—22.

41. **Gabriel, B.,** Ueber die Entwicklungsgesch. der Gregarinen. Jahresber. der schles. Ges. f. vaterl. Cultur i. J. 1875. Breslau 1876. p. 44—46.

42. ——— Zur Entwickelungsgesch. der Gregarinen. Amtlicher Bericht der 50. Versamml. deutscher Naturf. u. Aerzte in München 1877. p. 187.

43. ——— Ueber einige Umbildungen der Pseudonavicellen. Jahresber. der schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur f. d. J. 1877. Breslau 1878. p. 68—72.

44. ——— Ueber primitives Protoplasma. Jahresber. der schles. Ges. f. vaterl. Cultur f. d. J. 1878. Breslau 1879. p. 120—125.

45. **Greeff, R.,** Die Echiuren. Nova Acta d. K. Leop. Carol. Akad. Bd. XLI. 1879.

46. **Gabriel, B.,** Zur Classification der Gregarinen. Zool. Anzeiger III. 1880. p. 569—572.

47. **Bütschli, O.,** Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXV. 1881. p. 384—409. Taf. XX—XXI.

B. Coccidia (Eiförmige Psorospermien).

48. **Hake,** A treatise on varicose capillaries, as constitut. the struct. of carcin. of the hepatic ducts, with an account of a new form of the pus globule. London 1839.

49. **Nasse, H.,** Ueber die eiförmigen Zellen der tuberkelähnl. Ablagerungen in den Gallengängen der Kaninchen. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1843. p. 209.

50 **Remak, R.**, Diagnostische und pathogenetische Untersuchungen. Berlin 1845.

51. **Handfield, J.**, Examen microsc. d'un foie de lapin altéré. Arch. d'anatom. et de physiol. Paris 1846. p. 18.

52. **Vogel**, in Oesterlein's Jahrb. für prakt. Heilkunde. Bd. I. 1845.

53. **Rayer, T. F. O.**, Oeufs des distomes en quant. inombr. d. l. voies bil. d. lapin domestique, sans distomes d. les mêmes parties. Arch. d'anat. et de physiol. 1846. p. 20.

54. **Kauffmann, W.**, Analecta ad tuberculorum et entozoorum cognitionem. Diss. inaug Berol. 1847.

55. **Küchenmeister**, Beiträge zur Helminthologie etc. Arch. f. patholog. Anat. Bd. IV. p. 83. 1852.

56. **Robin, Ch.**, Histoire natur. des végétaux parasites. Paris 1853.

57. **Finck, H.**, Sur la physiologie de l'épithel intestin. Thèse. Strasbourg 1854.

58. **Lieberkühn, N.**, Ueber die Psorospermien. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1854. p. 1—24. T. I u. II.

59. **Kloss, H.**, Ueber Parasiten in der Niere von Helix. Abhandl. der Senckenberg. naturf. Gesellsch. Bd. I. 1855. p. 189—213. Taf. XV—XVI.

60. **Gubler**, Tumeur du foie détermin. p. des oeufs d'helminthes, observ. chez l'homme. Gaz. méd. de Paris 1858. p. 657—661. (Siehe ferner Mém. soc. biologique T. V. 1859. p. 61—71.)

61. **Klebs, E.**, Psorospermien im Innern von thierischen Zellen. Virch. Archiv f. pathol. Anat. Bd. 16. 1859. p. 188—192.

62. **Virchow, R.**, Helmintholog. Notizen. Arch. für pathol. Anat. Bd. 18, p. 342 u. 527.

63. **Waldenburg, L.**, De structura et origine cystidum verminosarum. Diss. inaug. Berol. 1860. (S. Auszug in Arch. f. pathol. Anat. Bd. 24. 1862. p. 149—165. T. II.)

64. **Neumann, E.**, Kleinere Mittheilungen. 3. Psorospermien im Darmepithel. Arch. für mikrosk. Anatomie Bd. II. 1861. p. 512—514.

65. **Davaine, C.**, Traité des entozoaires etc. 1. Aufl. Paris 1861. 2. Aufl. Paris 1877.

66. **Eberth, J.**, Ueber die Psorospermienschläuche der Cephalopoden. Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. 1862. p. 397—401. Taf. 34.

67. **Stieda, L.**, Ueber die Psorospermien der Kaninchenleber und ihre Entwicklung. Arch. für patholog. Anat. Bd. XXXII. 1865. p. 132—139. Taf. III.

68. **Reincke**, Nonnulla quaed. de psorospermiis cuniculi. Diss. inaug. Kiliae 1866.

69. **Waldenburg, L.**, Zur Entwicklungsgeschichte der Psorospermien. Arch. f. patholog. Anat. Bd. 40. 1867. p. 435—454.

70. **Roloff, F.**, Ueber die sogen. Psorospermienknoten in der Leber des Kaninchens. Arch. f. pathol. Anat. Bd. 43. 1868. p. 512—523. Taf. 15.

71. **Lang, G.**, Ueber die Entstehungsweise der sogen. Wurmknoten in der Leber. Arch. f. pathol. Anat. Bd. 44. 1868. p. 202—215. Taf. VI—VII.

72. **Rivolta, S.**, Psorospermi e psorospermosi negli animali domestici. Il medico veterinario, Giorn. theoretico etc. della R. scuola di Medic. veterin. di Torino. Ser. III. anno IV. Vol. IV. 1869.

——— Infusorii cigliati, primo stadio di sviluppo dei psorospermi nel fegato del coniglio. ibid. 1869.

73. **Eimer, Th.**, Ueber die ei- und kugelförmigen Psorospermien der Wirbelthiere. Würzburg 1870.

74. **Zürn, F. A.**, Die Schmarotzer auf und in dem Körper unserer Haussäugethiere. Weimar 1872. II. Th. II. Anh. Von den Psorospermien.

75. **Silvestrini e Rivolta**, in Giorn. di anatomia, fisiologia e pathologia degli animali. Pisa 1873.

76. **Rivolta, S.**, Dei parassiti vegetali. Torino 1873. p. 381 ff.

77. ——— Sopr. alcune specie di Tenie delle pecore e sopre speciali cellule oviformi dei villi del cane e del gatto. Pisa 1874.

78. **Zürn, F. A.**, Die durch Parasiten bed. Krankheiten der Kaninchen. Blätter für Kaninchenzucht 1874. Nr. 9.

79. ——— Die Ohrkrankheiten der Kaninchen. Deutsche Zeitschr. f. Thiermedicin u. vergl. Pathologie. Bd. I. p. 281.

80. **Schneider, Aimé**, Note sur la psorospermie oviforme du poulpe. Arch. zool. expérim. T. IV. 1875. p. XL—XLV. Mit Holzschn.

81. **Schneider, A.,** Note sur les rapports des psorospermies oviformes aux véritables grégarines. Arch. de zool. expérim. Bd. IV. 1875. p. XLV—XLVIII.

82. **Piana, G. P.,** Ricerche sopra una epizoozia dei gallinacei nella provincia di Bologna. Gazetta Med. Veter. 1876. Nr. 3—4.

83. **Giard, A.,** Sur un nouveau espèce de psorospermie (Lithocystis Schneideri), parasite de l'Echinocardium cordatum. Compt. rend. Acad. 1876. T. 82, p. 1208—10.

84. **Perroncito, E.,** in Ann. della R. Academ. di Agricoltura di Torino. Vol. 20. 1877. p. 137.

85. **Rivolta, S.,** Delle cellule oviformi dei villi del Cane. Studii fatti n. gabin. di anatom. patholog. di Pisa 1877. p. 42—46.

86. ——— Psorospermosi enterica e corpuscoli cellulari nel fegato di piccoli uccelli. Giorn. di Anat., Fisiologia e Patologia degli animali, Anni 1877—78.

87. ——— Della Gregarinosi dei polli e dell' ordinamento delle gregarine e dei psorospermi degli animali domestici. Ibid.

88. ——— Sopra il vajuolo dei Colombi e dei Polli. Studii fatti n. Gabin. di Anatomia patolog. di Pisa. Pisa 1877. p. 29—41.

90. ——— Ancora delle cellule oviformi e specialm. di quelle con nucleo in segment. dei villi del cane. Ibid. p. 85—88.

91. **Zürn,** Die kugel- und eiförmigen Psorospermien als Ursache von Krankheiten bei Hausthieren. Leipzig 1878.

92. **Leuckart, R.,** Die menschlichen Parasiten etc. II. Aufl. 1. Bd. 1879.

93. **Gaule, J.,** Ueber Würmchen, welche aus Froschblutkörperchen auswandern. Arch. f. Anat. u Physiol. (Physiol. Abtheil.) 1880. p. 56.

94. **Schneider, Aimé,** Sur les psorospermes oviformes ou Coccidées, espèces nouvelles ou peu connues. Arch. zool. expérim. T. IX. 1881. p. 387—404. Pl. XXII.

95. **Gaule, J.,** Die Beziehungen der Cytozoën (Würmchen) zu den Zellkernen. Arch. f. Anat. u. Physiol. (Physiol. Abtheil.) 1881. p. 297—316. Taf. V.

96. ——— Kerne, Nebenkerne u. Cytozoën. Centralbl. f. die medic. Wissensch. 1881. Nr. 31. 3 pp.

97. **Lankester, E. Ray,** On Drepanidium ranarum the cell-parasite of the frog's blood and spleen (Gaule's Würmchen). Quart. journ. micr. sc. N. S. Vol. XXII. p. 53—65.

98. **Grassi, B.,** Intorno ad alcuni protisti endoparassitici. Atti di società italiana di sc. naturali. Vol. XXIV. Milano 1882. 94 pp. IV Taf.

C. Myxosporidia (Fischpsorospermien).

99. **Müller, Joh.,** Ueber einen krankhaften Hautausschlag mit specif. organis. Samenkörperchen. Monatsber. d. Berl. Akad. 1841. p. 212—222 u. 246—250 u. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1841. p. 477—496. Taf. XVI.

100. **Müller, J.** u **Retzius, A.,** Ueber parasitische Bildungen. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1842, p. 193, Taf. VIII u. IX.

Leydig, F., s. Gregarinen Nr. 20.

101. **Lieberkühn, N.,** Ueber die Psorospermien. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1854. p. 349—368. Taf. 14.

——— siehe Gregarinen Nr. 24.

——— siehe Coccidia Nr. 58.

102. **Balbiani,** Sur l'organisation et la nature des Psorospermies. Compt. rend. de l'Acad. Tom. 57. 1863. p. 157—161.

103. **Bessels, E.,** In Tageblatt der 41. Versammlung deutscher Naturforscher u. Aerzte in Frankfurt a. M. 1867. p. 71.

104. **Gabriel, B.,** Ueber die in der Harnblase des Hechtes sich findenden parasitischen Gebilde. Bericht der schles. Gesellsch. f. d. J. 1879. p. 26—33.

105. **Bütschli, O.,** Zur Kenntniss der Fischpsorospermien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXV. 1881. p. 629—651. Taf. 31.

D. Sarcosporidia (Parasitische Schläuche).

106. **Miescher, F.,** Ueber eigenth. Schläuche in den Muskeln einer Hausmaus. Berichte über die Verhandl. der naturforsch. Gesellsch. in Basel. Bd. V. 1843. p. 198—202.

107. **Hessling, Th. v.,** Histologische Mittheilungen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. V. 1853. p. 189—199. Taf. X. Mit Zusatz von v. Siebold. p. 199—200.

108. **Lieberkühn, N.,** Ueber parasitische Schläuche auf einigen Insectenlarven. Arch. f. Anat. u. Phys. 1856. p. 494—496. Taf. XVIII

109. **Rainey, G.,** On the structure and developem. of the Cysticercus cellulosae, as found in the muscles of the pig. Transact. of roy. philos. soc. Tom. 147. 1858. p. 111—127. Taf. X u. XI.

110. **Schenk, A.,** Algologische Mittheilungen. (IV. Ueber parasit. Schläuche auf Crustaceen.) Verhandl. der physik.-medic. Gesellsch. in Würzburg. 1858. Bd. VIII. p. 252—259. Taf. V.

111. **Perroncito, E.,** Poche parole intorno ai corpuscoli del Rainey. Il Medico veterinario 1859.

112. **Cienkowsky, L.,** Ueber parasit. Schläuche auf Crustaceen und einigen Insectenlarven (Amoebidium parasiticum m.). Botan. Zeitung. 19. Jahrg. 1861. p. 169—173. Taf. VII.

113. **Leuckart, R.,** Die menschlichen Parasiten u. die von ihnen herrührenden Krankheiten. Leipzig u. Heidelberg 1863. I. Aufl. 1. Bd.

114. **Ripping, L. H.,** Beiträge zur Lehre von den pflanzlichen Parasiten des Menschen. Zeitschr. f. ration. Medicin Bd. XXIII. 1864. p. 133. Taf. IX.

115. **Pagenstecher, A.,** in Verhandl. des naturhist. medic. Vereins zu Heidelberg. Bd. IV. 1865. p. 21.

116. **Kühn, J.,** in Mittheilungen des landwirthsch. Instit. zu Halle. 1865. p. 68.

117. **Krause,** in Nachrichten von der kön. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen. 1865. Nr. 12. p. 305.

118. **Pagenstecher, A.,** Die Trichinen. 2. Aufl. 1866.

119. **Leisering** und **Winkler,** Psorospermienkrankheit der Schafe. Ber. über das Veterinärwesen im Königr. Sachsen. 1865. Auch Virchow's Arch. f. pathol. Anat. Bd. XXXVII.

120. **Virchow, R.,** Die Lehre von den Trichinen. 3. Aufl. Berlin 1866. p. 20—24. Siehe auch Arch. f. pathol. Anat. Bd. XXXII. 1865. p. 356—360.

121. **Dammann, C.,** Ein Fall von Psorospermienkrankheit b. Schafe. In Arch. f. pathol. Anat. Bd. LXI. p. 283—86.

122. **Manz, W.,** Beitrag zur Kenntniss der Miescher'schen Schläuche. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. III. 1867. p. 345—366. Taf. XX.

123. **Ratzel, F.,** in Archiv f. Naturgesch. 1868. I. p. 154—155.

124. **Siedamgrotzky, O.,** Psorospermienschläuche in der Muskulatur der Pferde. Wochenschrift f. Thierheilkunde u. Viehzucht von Adam. XVI. 1872. p. 97—101.

125. **Paulicki,** in Gurlt und Hertwig's Magazin. Bd. 38. 1872.

126. **v. Niederhäusern,** in Zeitschr. f. prakt. Veterinärwiss. 1873. p. 79.

127. **Cobbold, T. Sp.,** On worm-like organisms in the mitral valve of a horse. „Veterinarian" Sept. 1877.

128. **Beale, L.,** Entozoon-like bodies in Muscles, in „Microscope in Medicine" 4. ed. 1878. p. 485.

129. **Cobbold, T. Sp.,** Parasites, a treatise on the Entozoa of man and animals. London 1879. p. 276 u. f. (Siehe auch Früheres in Transact. of pathol. soc. XVII. 1866, und „Lancet" Jan. 1866.)

III. Erste Unterabtheilung (Unterklasse).

Gregarinida.

1. Kurzer Ueberblick der allgemeinen morphologischen Gestaltung und der übrigen bezeichnenden Charaktere der Gregarinida.

Die Gregarinida sind durchaus parasitische Protozoën von einzelligem Bau, welche im erwachsenen Zustand nur selten eine annähernd kuglige Gestalt besitzen, sondern gewöhnlich ansehnlich in die Länge gestreckt erscheinen. Häufig gesellt sich jedoch zu dieser Längsstreckung noch eine mehr oder weniger deutliche Abplattung in einer zu der Längsaxe senkrechten Richtung, so dass sich die Körpergestalt der bandförmigen nähert und ferner ein mehr oder weniger scharf hervortretender Unterschied in dem Bau der beiden Körperenden. Wir können daher, wenn wir von den einfachsten kugel- bis eiförmigen Gregariniden ausgehen, eine allmähliche Differenzirung der Körpergestalt von dem Homaxonen ins Monaxone und schliesslich Zweistrahlige verfolgen, ja indem die Hauptaxe sich krümmt oder das eine Körperende sich etwas asymmetrisch gestaltet, kann auch vorübergehend oder bleibend eine bilaterale (dipleurische) Gestaltung zur Entwicklung gelangen.

Der Gregarinenkörper besitzt jedoch zeitweise oder dauernder die Fähigkeit der Gestaltsveränderung, welche Veränderlichkeit jedoch nur selten und dann nur im jugendlichsten Zustand den Charakter der amöboiden Bewegung zu besitzen scheint, sonst jedoch den Eindruck eines auf Contractionen der äusseren Körperschicht beruhenden Phänomens macht. Hand in Hand mit diesen Gestaltsveränderungen, aber auch noch in andrer eigenthümlicher Weise, kann auch Ortsveränderung zu Stande kommen. Eigentliche Pseudopodienentwicklung kommt den Gregariniden nie zu. Dies ist schon dadurch unmöglich, dass bei allen einigermaassen ansehnlichen Formen eine scharf umschriebne äussere Membran (Zellhaut, Cuticula, Epicyt) vorhanden ist. Bei diesen Formen ist auch gewöhnlich die deutliche Differenzirung eines Ectosarks zu beobachten. Die Gegenwart eines Zellkerns und zwar mit wenigen, kaum hinreichend sicheren Ausnahmen nur eines einzigen, darf als constant und durchaus charakteristisch bezeichnet werden.

Der Körper einer Abtheilung der Gregariniden ist jedoch noch dadurch ausgezeichnet, dass er durch eigenthümliche Differenzirungsvorgänge, die bei allen übrigen Protozoën kein rechtes Analogon haben, in eine Anzahl verschiedenartiger, segmentartig in der Längsaxe aufeinanderfolgender Abschnitte gegliedert erscheint. Solcher Abschnitte sind bei jenen Formen entweder zwei, ein vorderer, kleinerer (Protomerit) und ein hinterer, grösserer (Deutomerit) zu unterscheiden, oder es tritt hierzu häufig noch ein vorderster (Epimerit), der die Bedeutung eines temporären Haftapparates besitzt, welcher im Alter verloren geht.

Ungemein bezeichnend sind die Fortpflanzungserscheinungen unsrer Wesen. Dieselben vollziehen sich, soweit mit Sicherheit bekannt, nie durch einfache Theilungsprocesse im erwachsenen Zustand. Der Fortpflanzungsact wird stets durch eine Encystirung eingeleitet, welche hier niemals nur zum Schutz eintritt. Sehr häufig geht diese Encystirung Hand in Hand mit einer Copulation zweier Einzelindividuen. Der Leib der encystirten Thiere zerfällt vollständig oder nur zum Theil in eine mehr oder minder grosse Anzahl umhüllter, sporenartiger Fortpflanzungskörper (Pseudonavicellen, Psorospermien z. Th.), zu deren Ausstreuung aus den Cysten zuweilen noch sehr eigenthümliche accessorische Einrichtungen entwickelt werden. Der Plasmainhalt der Sporen zeigt bei einem Theil der Formen noch einen weiteren Vermehrungsprocess innerhalb der Sporenhülle, in Folge dessen eine Anzahl stäbchen- bis sichelförmiger Plasmakörperchen auftreten, welche mit grosser Wahrscheinlichkeit als die jugendlichen Gregarinidenformen zu betrachten sind und sich unter geeigneten Umständen zu erwachsenen Formen, häufig vielleicht mit Einschiebung eines durch amöbenartige Beweglichkeit ausgezeichneten Stadiums entwickeln.

Die oben geschilderte, bei einem Theil der Gregarinida eingetretne Differenzirung in eine Anzahl Körperabschnitte dürfte bei dem heutigen Stande unsres Wissens die geeignetste Handhabe zu einer Sonderung unsrer Abtheilung in zwei grössere Gruppen bieten, nämlich in die Abtheilung der Monocystideen, welcher eine derartige Differenzirung fehlt und die zweite Gruppe, die der Polycystideen, bei welchen eine solche Differenzirung mehr oder minder deutlich ausgesprochen ist. Diese Gruppirung dürfte sich noch deshalb empfehlen, weil auch das Vorkommen der beiden Abtheilungen damit in gewissem Grade harmonirt. Die sogen. ei- und kugelförmigen Psorospermien (Coccidien) werden dabei naturgemäss der Abtheilung der Monocystideen eingereiht.

2. Genauere Schilderung der Gestaltungsverhältnisse der Gregarinida.

Die einfachsten Gestalten zeigen, wie schon erwähnt, die kleinen Formen der Monocystideen, welche die Gruppe der ei- oder kugelförmigen Psorospermien (Coccidien) bilden. Im erwachsnen Zustand sind dies kugel- bis eiförmige, einfache Zellen, welche in dieser Lebensperiode auch

durchaus bewegungslos sind und keine Gestaltsveränderungen darbieten (T. XXXVII. 10; XXXVIII. 1a, 2a).

Sehr klein scheinen durchaus die Leber- und Darmcoccidien zu bleiben, welche im grössten Durchmesser nur ca. 0,025 Mm. erreichen. Andre Formen hingegen, wie die der Pulmonatenniere, erreichen bis 0,12 Mm. Länge und die der Cephalopoden sollen nach Eberth und Aimé Schneider sogar bis zu 1 Mm. heranwachsen.

Aehnliche rundliche bis ovale Gestalten treffen wir jedoch nicht allzuselten auch bei den frei im Darme verschiedner wirbelloser Thiere lebenden Monocystideen, so bei der kleinen Adelea Schneider's (T. XXXV. 12a), der Urospora Sipunculi Kölliker's, jedoch ist bei der letzteren und bei den meisten noch zu erwähnenden Formen die Gestalt wegen der Leibescontractionen einem mehr oder minder energischen Wechsel unterworfen. Hieran reihen sich dann mehr oder minder längsgestreckte bis spindelförmige Monocystideen, nicht selten mit deutlich ausgesprochner Unterscheidung der beiden Körperenden, indem das hintere häufig mehr verschmälert bis zugespitzt ist, während das vordere abgerundet und mehr verbreitert erscheint. Die Längsstreckung des Körpers führt dann schliesslich zu ausgesprochen schlauchförmigen Gestalten, bei denen jedoch ebenfalls das Hinterende gewöhnlich etwas zugeschärft ausläuft. Gelegentlich weist auch das Vorderende noch eine polare Zuspitzung oder einen knopfartigen Fortsatz auf, der sich selten, so bei der von R. Lankester (29) beschriebnen Monocystis Aphroditae, zu einem rüsselartigen Anhang zu entwickeln vermag (T. XXXV. 1). Eine höchst merkwürdige Gestalt zeigt das Vorderende einer von Claparède (28) bei Capitella gefundnen Monocystidee, indem dasselbe in zwei grosse seitliche, zugespitzte Fortsätze ausgezogen ist, wodurch die Gesammtgestalt der Gregarine eine ankerähnliche wird (T. XXXIV. 11).

Eine besondere Erwähnung verdienen vielleicht noch die kleinen, beiderseits scharf zugespitzten und in ihrer Gestalt ungemein nematodenähnlichen Monocystideen, die aus verschiednen Anneliden beschrieben worden sind, so die Monoc. Enchytraei und Terebellae Kölliker's (17, auch 20, 30), eine von Claparède (28) aus Phyllodoce beschriebne Monocystis und andre (T. XXXIV. 9, 10). Diese Formen scheinen mir einer besondern Beachtung hauptsächlich deshalb werth zu sein, weil sie sich in ihrer Gestalt den sogen. sichelförmigen Keimen, die, wie wir wissen, in der Fortpflanzungsgeschichte zahlreicher Gregariniden eine wichtige Rolle spielen, sehr innig anschliessen.

Sehr eigenthümlich gestaltet ist eine neuerdings von Greeff (45) beschriebne Monocystidee (Conorhynchus), indem ihre gesammte Oberfläche im erwachsenen Zustand mit kurzen, zottenartigen Fortsätzen bedeckt ist (T. XXXIV. 3)*).

Wenden wir uns nun zu einer kurzen Betrachtung der hauptsächlichsten Gestaltseigenthümlichkeiten der Polycystideen. Wir wissen, dass an dem fast stets ziemlich langgestreckten und häufig bandförmig abgeplatteten Körper dieser Formen zum mindesten die Differenzirung zweier, hintereinanderliegender Abschnitte eingetreten ist. Es scheint

*) Ueber das Haar- oder Borstenkleid gewisser Monocystideen wird später noch eingehender berichtet werden.

nämlich sicher zu sein, dass eine Anzahl von Formen ihr ganzes Leben hindurch nur zwei Abschnitte aufweisen, während die Mehrzahl, wie schon erwähnt, in ihrer Jugendzeit noch einen dritten, vordersten Abschnitt erkennen lässt. Da dieser vorderste Abschnitt, wie später noch genauer zu erörtern sein wird, vergänglicher Natur ist, so erscheint es nicht unverständlich, dass man über sein Auftreten bei gewissen Formen bis jetzt noch unsicher blieb. Die Bedeutung des dritten vordersten Abschnitts (Epimerit) ist, wie gesagt, die eines vergänglichen Haftapparats. In dem Entwicklungskreis der dreigliedrigen Polycystideen lassen sich also zweierlei Formen unterscheiden, die jugendlichen mit Epimerit versehenen und die ganz erwachsenen, zur Fortpflanzung sich anschickenden, welche diesen Körperabschnitt verloren haben.

Schneider bezeichnet die ersteren Formen als die „Cephalins", die letzteren hingegen als die „Sporadins"; wir können diese Namen etwa in der Weise umschreiben, dass wir die ersteren als Kopfform (Cephalonta), die letzteren dagegen als Fortpflanzungsform (Sporonta) bezeichnen. In ihrer allgemeinen Bildung stimmen also die Sporonten mit denjenigen Formen überein, welche nur aus zwei Abschnitten zusammengesetzt sind. Der vordere dieser Abschnitte oder das Protomerit ist stets der kleinere und unterscheidet sich entweder von dem Deutomerit wesentlich nur durch seine Kürze, wo dann der Körper in zwei mehr oder minder ungleichlange Glieder getheilt scheint, von welchen das vordre kopfartig dem eigentlichen Leib aufsitzt, oder es bleibt das Protomerit auch in der Breite beträchtlich hinter dem Deutomerit zurück und erscheint dann mehr oder weniger in Gestalt eines dem letzteren angefügten knopfartigen Fortsatzes. Aeusserlich ist die Grenze der beiden Abschnitte fast stets durch eine Einschnürung ziemlich scharf bezeichnet, und die auch innerlich stets völlig durchgeführte Sonderung werden wir noch späterhin genauer zu betrachten haben (vergl. T. XXXV—XXXVII).

Die eigenthümlichste Gestaltung des Protomerits findet sich vielleicht bei der Gattung Bothriopsis Schn., einer derjenigen, welche wahrscheinlich überhaupt niemals ein Epimerit besitzen (T. XXXVI. 11). Hier hat das sehr gestaltsveränderliche und ansehnliche Protomerit im gewöhnlichen Zustand eine nach vorn verbreiterte, etwa keulenförmige Gestaltung, sein Vorderende vermag sich jedoch derart zurückzuziehen, dass es sich saugnapfartig gestaltet und auch zur Festheftung in Art eines Saugnapfes thatsächlich Verwendung finden kann. Auch bei der Gattung Dufouria findet sich eine Annäherung an die eben geschilderte eigenthümliche Gestaltung des Protomerits.

Bei den Cephalonten finden wir nun, dass sich das Vorderende des Protomerits noch in einen besondern, kleinen Abschnitt fortsetzt, der stets zur Anheftung der Gregarinen an die Darmwände dient und hinsichtlich seiner Ausbildung eine ziemlich grosse Mannigfaltigkeit darbietet. Wie später noch genauer besprochen werden wird, scheint das sogen. Epimerit nur selten so scharf von dem Protomerit geschieden, wie letzteres von dem Deutomerit; auch äusserlich ist die Scheidung häufig nur wenig scharf ausgeprägt, so dass sich das Epimerit dann als eine directe Fortsetzung oder wie ein Anhang des Protomerits darstellt.

In den einfachsten Fällen tritt das Epimerit in Gestalt eines dem vorderen Pol des Protomerits angefügten, knöpfchenartigen kleinen Anhangs auf, der sich ziemlich scharf gegen das Protomerit absetzt (Clepsidrina*), Pileocephalus, T. XXXV. 9; XXXVI. 10a, ep). Sehr eigenthümlich gestaltet sich dieses wenig entwickelte Epimerit bei der Gattung Echinocephalus dadurch, dass es eine asymmetrische, schief konische Form besitzt und mit kleinen finger- bis stiletförmigen Anhängen ziemlich dicht, jedoch unregelmässig besetzt ist (T. XXXVI. 14a, ep). Ziemlich kurz und knopfartig bleibt das Epimerit weiterhin auch bei der Gatt. Actinocephalus, ist jedoch hier noch vorzüglicher als Haftapparat eingerichtet, indem sein vordres Ende sich zu einer Scheibe verbreitert, deren Ränder in eine Anzahl zahn- oder hakenförmiger Fortsätze ausgezogen sind (XXXVI. 13a). Gegen das Protomerit ist das Epimerit des Actinocephalus durch eine Einschnürung, die zuweilen auch etwas halsförmig ausgezogen ist, ziemlich scharf abgesetzt. Eine ähnliche Hakenkrone findet sich auch am Ende des kurzen Epimerits von Pyxinia, hier entspringt jedoch vom Centrum dieser Krone noch ein fadenartiger Anhang (XXXVI. 12b).

Im Princip ziemlich übereinstimmend mit der beschriebnen Bildung bei Actinocephalus verhält sich das Epimerit bei den Gattungen Hoplorhynchus und Geneiorhynchus, hier hat sich aber der bei Actinocephalus sehr kurze Hals ansehnlich rüsselförmig verlängert, so dass das Epimerit einen langen, an seiner Basis häufig noch etwas angeschwollnen Anhang darstellt. Bei Hoplorhynchus trägt das Ende des Epimerits eine ähnliche Hakenkrone wie bei Actinocephalus, bei Geneiorhynchus dagegen ist das angeschwollne Ende mit einer grossen Zahl feiner, borstenähnlicher Zähnchen besetzt. Bei Stylorhynchus schliesslich finden wir ganz dieselbe Bauweise des Epimerits wie bei der letzterwähnten Gattung, jedoch mangelt der Zähnchenbesatz (vergl. T. XXXVII. 2a, 8a, 9a)

Eine besondre Gruppe errichtete Stein (18) seiner Zeit für eine Anzahl Gregarinidenformen, welche von den seither erwähnten dadurch abweichen sollten, dass der Körper aus drei aufeinanderfolgenden Abschnitten zusammengesetzt sei. Die beiden hinteren Abschnitte sind an Grösse gleich und nach ihrem Bau, namentlich wegen des Vorhandenseins eines Zellkerns in jedem derselben, zwei Deutomeriten der gewöhnlichen Polycystideen zu vergleichen. Es schienen ihm diese Formen, wie gesagt, so abweichend von den gewöhnlichen, dass er zu ihrer Aufnahme eine besondre Abtheilung der Didymophyidae errichtete. Schon Kölliker**) wies jedoch darauf hin, dass diese Didymophyiden wohl sicherlich nicht als besondre Formen, sondern als zusammenhängende Paare gewöhnlicher Polycystideen (jedenfalls im Sporontenzustand) zu betrachten seien, bei welchen das Protomerit des hinteren Thieres in das Hinterende des vorderen Individuums so eingepresst ist, dass es übersehen und seine Grenze gegen das Deutomerit des vorhergehenden Individuums für eine Scheidewand zwischen den beiden kernführenden ansehnlichen hinteren Leibesabschnitten der vermeintlichen Didymophyiden gehalten wurde. Diese Auffassung, der auch A. Schneider völlig zustimmt, ist ohne Zweifel berechtigt und damit sind die Stein'schen Didymophyiden als Vertreter einer besonderen morphologischen Ausbildungsform der Gregariniden zu streichen.

Die Grössenverhältnisse der freien Mono- wie Polycystideen sind sehr verschiedene. Die untere Grenze für die Grössenentwicklung ist schwierig mit Sicherheit festzustellen, da bei den häufig nur auf Grund weniger Exemplare gegebnen Beschreibungen leicht nur unerwachsne Formen zu Gesicht gekommen sein mögen. Eine der kleinsten Formen der freien Monocystideen scheint die Adelea Schneider's zu sein, jedoch fehlen nähere Maassangaben. Immerhin scheinen Mono- und Polycystideen, welche 0,01—0,02 Mm. nicht viel überschreiten, nicht sehr selten zu sein. Andrerseits treten jedoch in beiden Abtheilungen auch wahrhafte Riesen

*) Es wird später noch zu erwähnen sein, dass Schneider bei der Gatt. Clepsidrina einen Theil des äusserlich als Protomerit erscheinenden Abschnitts zu dem Epimerit rechnet. Der Einfachheit wegen haben wir hier nur den Knopf als Epimerit beansprucht.

**) Kölliker, Icones zootomicae. I. Abtheil. 1864.

auf, welche sich gleichzeitig durch eine sehr langgestreckte Gestaltung kennzeichnen. So erreicht die Monocystis magna des Regenwurms bis 5 Mm. Länge und die von van Beneden entdeckte Porospora gigantea aus dem Hummer übertrifft diese noch, da sie bis 16 Mm. Körperlänge aufweist.

3. Genauere Darstellung des Verhaltens der einzelnen Organisationselemente der Gregarinida.

A. Die sogen. Cuticula (Zellhaut, äussere Hülle, Epicyt Schneider's).

Die sehr kleinen Coccidien des Darmepithels und der Leber zeigen vor ihrer Encystirung nichts von einer Zellhaut oder Cuticula, dagegen scheint es nach den Mittheilungen von Kloss und Eberth, dass die zu ansehnlicherer Grösse heranwachsenden Formen der Pulmonaten und Cephalopoden, wenigstens in ihrem erwachsenen Zustand, eine zarte, structurlose Hülle besitzen.

Sämmtliche freien Mono- und Polycystideen dagegen besitzen im erwachsenen Zustand eine meist recht deutliche äussere Cuticula, welche entweder nur schwach entwickelt ist und dann als eine einfach contourirte feine Hülle erscheint, oder stärker entwickelt ist und dann deutlich doppelte Contouren zeigt. Schwach ausgebildet und daher nur einfach contourirt ist die Cuticula häufig, jedoch keineswegs immer, bei den Monocystideen; deutlich doppelt contourirt dagegen gewöhnlich bei den Polycystideen, namentlich den ansehnlicheren. Die Cuticula überzieht den Zellkörper ununterbrochen und erscheint durchsichtig, glashell (die schwach bläuliche oder grünliche Färbung im durchfallenden Licht ist wohl nur eine mikroskopische Erscheinung).

Die Hülle besteht ohne Zweifel aus einer stickstoffhaltigen organischen Substanz, jedenfalls hat ihre Natur namentlich nichts celluloseartiges. Nach Schneider (40) soll sie in Essigsäure und Ammoniak leicht löslich sein*); Kölliker (17) bemerkte gleichfalls ihre Löslichkeit in Essigsäure bei einer Anzahl der von ihm untersuchten Gregariniden.

Bei der Mehrzahl der Gregariniden, hauptsächlich aber den kleineren Formen, konnten keine besonderen Structurverhältnisse dieser Cuticula wahrgenommen werden; dieselbe erscheint dann durchaus homogen, ohne Sculpturen, Anhänge oder dergleichen. Dagegen zeigt sie bei gewissen Monocystideen und Polycystideen eine, wenn auch sehr feine und dichte, so doch bei aufmerksamer Betrachtung sehr deutliche Längsstreifung. Recht deutlich ist dieselbe z. B. bei den Angehörigen des Geschlechtes Clepsidrina, so bei der Cl. Blattarum der Schabe und der Cl. polymorpha der Mehlkäferlarve. Bei letztrer Form konnte ich bei

* Ueber den Concentrationsgrad der angewandten Reagentien fehlen genauere Angaben.

der Betrachtung des optischen Querschnitts deutlich erkennen, dass die Streifung thatsächlich der Cuticula angehört: die Streifen traten hier schwach über die äussere Fläche der Cuticula hervor und es scheint sogar, dass dieselben sich durch die Dicke der Cuticula fortsetzen, da dieselbe im Querschnitt zart radiär gestrichelt erscheint. Sehr deutlich erscheint die Streifung weiterhin bei Stenocephalus Juli Schn., bei welcher (oder doch einer sehr nahe verwandten Form) sie auch zuerst von Leidy 1853 (22) beobachtet wurde. Eine ganz entsprechende, zarte Streifung findet sich jedoch auch bei gewissen Monocystideen, so bemerkte ich sie (wie schon früher Lieberkühn und A. Schmidt) sehr deutlich bei der Monocystis magna des Regenwurms; hier tritt sie namentlich an dem etwas zugespitzten Vorderende sehr kräftig hervor, ja die Streifen scheinen sich am äussersten Ende, wo sie zusammenlaufen, zuweilen etwas rippen- oder zähnchenartig zu erheben (T. XXXIII. 1b). Diese Einrichtung des vorderen Pols mag in ähnlicher Weise die Anheftung dieser, mit ihrem Vorderende gewöhnlich in eine Zelle der Hodentrichterwand eingesenkten Form begünstigen, wie die Anhänge des Epimerits bei den Polycystideen. Auch die Monocystis agilis der Regenwürmer zeigt dieselbe zarte Cuticularstreifung häufig recht deutlich, was auch schon Schmidt beobachtete. Eine ähnliche Längsstreifung wurde weiterhin noch von einer ziemlichen Anzahl Monocystideen beschrieben, so zuerst von Kölliker (16) bei seiner Gregarina Terebellae, welche äusserlich constant von sechs Längsrippen überzogen sein soll, ferner von Claparède (28) bei einigen Monocystisformen der Phyllodoce, von welchen eine nematodenähnlich gestaltete, neben dieser Längsstreifung auch noch eine ringförmige aufweisen soll (T. XXXIV. 10). Auch R. Lankester (29) hat die Längsstreifung namentlich bei seinen Monocystis Serpulae und Sabellae beschrieben.

Ob alle diese Streifungen wirklich in die Kategorie der Cuticularstreifen eingereiht werden dürfen, scheint etwas zweifelhaft. Man kann nämlich leicht beobachten, dass nicht selten bei den Clepsidrinen noch eine Längsstreifung andrer Natur auftritt, nämlich eine durch Faltung der Körperwand hervorgerufne, welche als eine Folge besondrer Contractionszustände betrachtet werden darf. Diese Längsfaltung der Körperwand ist bedeutend leichter bemerkbar, wie die viel zärtere Cuticularstreifung; die Falten stehen sehr viel weiter auseinander wie die feinen Cuticularstreifen und lassen sich auch gewöhnlich nur über einen Theil der Körperoberfläche verfolgen. Es gelingt leicht, sich an einem und demselben Thier von der gleichzeitigen Gegenwart der Falten und Streifen zu überzeugen. Dass diese Längsfaltung sich am lebenden Thier nie zeige, wie Schneider angibt, sondern nur an durch Reagentien (Glycerin z. B.) getödteten, ist meinerErfahrung nach, wenigstens für die Clephidrina polymorpha und Blattarum, unrichtig.

Wie gesagt, erscheint es schwer, die von früheren Beobachtern beschriebnen Fälle von Längsstreifung immer sicher nach ihrer Natur zu klassificiren. Eigenthümlich abweichend soll sich nach Schneider die Gattung Echinocephalus rücksichtlich der Cuticularstreifung verhalten, indem statt der Längsstreifen hier zwei Systeme schief verlaufender, nahezu querer, sich kreuzender Cuticularstreifen vorhanden sind.

Anderweitige Sculpturirungen der Cuticula scheinen kaum vorzukommen, jedoch ist nach Lankester (35) die Cuticula der Urospora Sipunculi dicht mit zarten Tuberkeln bedeckt. Als Gebilde von cuticularer

Beschaffenheit müssen auch die Fortsatzbildungen betrachtet werden, welche bei einer Anzahl Polycystideengeschlechter an dem Epimerit angebracht sind. Die Zähnchen oder Haken der Epimeritkrone des Actinocephalus und Hoplorhynchus, die feinen Börstchen des Geneiorhynchus, die fingerförmigen Fortsätze des Echinocephalus u. s. w. In dieselbe Kategorie muss weiterhin der Haarbüschel gerechnet werden, in welchen das Hinterende der eigenthümlichen Zygocystisform des Regenwurmhodens gewöhnlich ausläuft, da sich derselbe deutlich als eine Fortsatzbildung der Cuticula erkennen lässt (T. XXXIV. 1). Fraglich erscheint es jedoch, ob diese Fortsätze jener Form constant zukommen. Ein feinerer Haarbesatz an einem Körperende findet sich noch bei einer weiteren Monocystisform des Regenwurmhodens (Monoc. cristata A. Schm.), jedoch scheint dessen Natur und Bedeutung, namentlich im Hinblick auf den gleich zu erwähnenden Haarbesatz der Monoc. agilis, etwas zweifelhaft.

Es scheint nämlich kaum einem Zweifel zu unterliegen, dass das bei der Monocystis agilis des Regenwurmhodens sehr häufig vorhandne Haarkleid — ein entweder nur lokaler oder vollständiger Ueberzug von strahlenförmig abstehenden, bewegungslosen borsten- bis haarförmigen Anhängen, die an ihrer Basis meist etwas angeschwollen sind — nicht der Gregarine selbst angehört, sondern eine ganz andre Entstehung besitzt (T. XXXIII. 3c—g). Wie schon angedeutet wurde, haben die Untersuchungen von A. Schmidt (23), welche Lieberkühn (30) späterhin bestätigte, mit ziemlicher Sicherheit nachgewiesen, dass das Haarkleid der Mon. agilis seine Entstehung den verkümmerten Regenwurmspermatozoën verdankt, welche, nach der Entwicklung der Monocystis im Innern der Spermatoblastosphaeren, schliesslich noch wie ein haarartiger Ueberzug die Oberfläche der Gregarine überziehen. Endlich wird diese Hülle verkümmerter Spermatozoën abgestreift und diese Erscheinung gab Veranlassung zu der Annahme einer Häutung der haarigen Monocysten, in welchem Sinn zuerst Lieberkühn (24) seine einschlägigen Beobachtungen deutete. A. Schneider hält es für möglich, dass bei seiner Clepsidrina macrocephala etwas einer Häutung, einer Erneuerung der Cuticula Aehnliches vorkomme, wobei die alte Cuticula vollständig in Körnchen zerfalle, welche durch eine klebrige Masse noch zu einer Art Haut zusammengehalten würden. Da jedoch eine genauere Schilderung dieses Vorgangs bis jetzt fehlt, so müssen wir uns mit dieser kurzen Andeutung begnügen.

B. Das Ectoplasma (Corticalschicht Lieberk.) und seine Differenzirungen.

An dem von der Cuticula umhüllten Plasmakörper der erwachsenen Gregariniden lassen sich häufig, jedoch keineswegs immer, zwei Zonen unterscheiden, welche wir wegen ihrer Aehnlichkeit mit den als Ecto- und Entoplasma unterschiednen Zonen des Rhizopodenkörpers, in gleicher Weise bezeichnen dürfen. Im Allgemeinen zeichnet sich das Entoplasma, welches die centrale Hauptmasse des Körpers formirt, durch die Massenhaftigkeit seiner körnigen Einschlüsse aus, während das die äussere Zone bildende Ectoplasma ziemlich körnerfrei oder doch nur feinkörnig erscheint. Wie jedoch diese Differenzirung zweier Plasmazonen am Leibe der Gregariniden sich erst im Laufe des Wachsthums allmählich ausbildet, so scheint sie auch den kleineren und einfacheren Formen, den als Coccidien bezeichneten Monocystideen durchaus zu fehlen.

Bei den grösseren freien Monocystideen aber, ebenso wie bei den Polycystideen scheint dagegen die Differenzirung der beiden Plasmazonen

ziemlich allgemein verbreitet zu sein, doch lässt sich dies nicht mit Bestimmtheit behaupten, da die Beschreibungen und Abbildungen der verschiednen Beobachter häufig nicht genau genug sind, um eine sichere Orientirung über diesen Punkt zu gestatten.

Das Ectoplasma bildet eine meist nur wenig dicke Lage unterhalb der Cuticula, bestehend aus einem nahezu homogenen oder doch nur feingranulirten und daher recht hellen Plasma. Eine scharfe Grenze gegen das von ihm umschlossne starkkörnige Entoplasma ist auch hier nicht vorhanden; dies ergibt einmal die directe Beobachtung des allmählichen Uebergangs in das Entoplasma, weiterhin bemerkt man auch nicht selten, dass einzelne der gröberen Entoplasmakörnchen in das hellere Ectoplasma eindringen, ja dass zuweilen bei einzelnen Individuen ein deutliches Entoplasma ganz verschwindet, indem auch in die Ectoplasmazone zahlreiche Entoplasmakörner treten und damit der Gegensatz zwischen beiden Regionen erlischt.

Meist besitzt die Ectoplasmazone keine ganz übereinstimmende Dicke über den ganzen Körper hin; namentlich am Vorder- und Hinterende findet sich, sowohl bei Mono- wie Polycystideen gewöhnlich eine etwas beträchtlichere Anhäufung von Ectoplasma.

Auch die Enden der Fortsätze, welche sich bei Conorhynchus aus der Mittelregion des Leibes entwickeln, zeigen gewöhnlich eine etwas stärkere Anhäufung von Ectoplasma. Bei den Polycystideen findet sich die vordere Verdickung des Ectoplasmas natürlich im Protomerit und auch das vergängliche sogen. Epimerit ist gewöhnlich zum grössten Theil aus einem sehr hellen, nur wenig körnigen Plasma gebildet, wenngleich sich durch dasselbe meist auch eine körnige axiale Plasmapartie hindurchzieht.

Verschiedne Forscher, namentlich Lankester (35) und E. van Beneden, (37) haben wohl mit Recht betont, dass das Ectoplasma dichter sei wie das Entoplasma, oder wenigstens eine bedeutendere Consistenz und Zähigkeit besitze. Namentlich Beneden hat gezeigt, dass das Entoplasma beim Durchschneiden der sehr langgestreckten Porospora gigantea sofort ausströmt, während sich das Ectoplasma sammt der Cuticula in Gestalt eines hohlen Schlauches erhält. Auch ich möchte mich dieser Ansicht anschliessen, da ich unter gewissen Bedingungen das Entoplasma in sehr lebhafter Strömung sah, während das umgebende Ectoplasma keine Spur einer Verschiebung zeigte. Angesichts des ganz allmählichen Uebergangs der beiden Plasmaregionen, müssen wir dann weiterhin mit Beneden annehmen, dass sich die Consistenz des Ectoplasmas nach Innen mehr und mehr verringert, bis sie allmählich in die relativ flüssige des Entoplasmas übergeht. Aimé Schneider schliesst sich der eben entwickelten Ansicht von der Beschaffenheit des Ectoplasmas nicht an. Ihm zufolge ist dasselbe nichts weiter wie eine äussere Ansammlung der „Flüssigkeit“ (seines sogen. Metaplasmas), welche die Körner des Entoplasmas suspendirt

enthält, also den wesentlichsten Bestandtheil dieses Entoplasmas bildet. Demnach müsste denn auch das Ectoplasma ebenso flüssig erscheinen wie das Entoplasma, womit die oben angedeuteten Erfahrungen nur wenig übereinstimmen.

Bei einem Theil der Polycystideen und einer Monocystidee (wahrscheinlich jedoch auch noch anderen) findet sich eine höchst interessante Differenzirung der äussersten Ectoplasmaregion, welche zuerst von E. van Beneden bei der Porospora gigantea aufgefunden wurde. Zwischen Cuticula und dem eigentlichen Ectoplasma hat sich eine auch nach dem letzteren durch eine scharfe Contour abgegrenzte helle und homogene, dünne Lage gebildet, welcher Schneider den Namen Sarcocyt gegeben hat. Wie gesagt, ist dieses Sarcocyt nach Schneider's Angaben nur bei einem Theil der Polycystideen ausgebildet. So soll es den Gattungen Actinocephalus, Bothriopsis und Pileocephalus fehlen, während es bei anderen im erwachsenen Zustand nur im Protomerit deutlich zu beobachten ist (Stylorhynchus, Euspora, Echinocephalus). Bei einer dritten Reihe von Formen schliesslich ist im erwachsenen Zustand ein Sarcocyt sowohl im Proto- wie Deutomerit gut zu beobachten (einzelne Clepsidrinen, Porospora, Geneiorhynchus, Hyalospora). Bei Porospora soll sich aber nach van Beneden das Sarcocyt nur auf den hinteren Theil des Protomerits ausdehnen.

Seltsam erscheint, dass diese gegen das Ectoplasma so deutlich abgegrenzte Sarcocytschicht nach Schneider's Beobachtungen nicht selten eine recht vergängliche Bildung zu sein scheint. Bei zahlreichen Formen soll das im jugendlichen Zustand auch im Deutomerit gut ausgeprägte Sarcocyt später dortselbst verschwinden, ja bei der Gatt. Hoplorhynchus (von uns zu Actinocephalus gezogen) soll das Sarcocyt, welches bei den Cephalonten sehr ausgeprägt war, bei den Sporonten vollständig „resorbirt" werden. Wenn diese Beobachtungen gegründet sind, so dürfte sich vielleicht auch der gänzliche Mangel des Sarcocyts bei anderen Gattungen aus einer nachträglichen Rückbildung erklären. Jedenfalls möchten wir jedoch aus diesem Verhalten des Sarcocyts schliessen, dass dasselbe ein einfaches Differenzirungsproduct des Ectoplasmas ist.

Im Sarcocyt tritt nun nicht selten noch eine weitere Differenzirung auf, welche gleichfalls zuerst von E. van Beneden bei seiner Porospora gigantea ermittelt wurde, nämlich eine Schicht sehr feiner quer zu dem Körper verlaufender Fibrillen. Diese feinen Fibrillen sind sehr dicht zusammengestellt und erscheinen bei der Flächenbetrachtung wie eine sehr zarte Querstreifung. Auf dem optischen Querschnitt des Sarcocyts bemerkt man dagegen sehr deutlich die Querschnitte der Fasern als eine Reihe dunkler Pünctchen und kann sich leicht davon überzeugen, dass es sich thatsächlich um Fasern im Sarcocyt, nicht etwa um eine Streifung ähnlich der Längsstreifung der Cuticula handelt. Die Fibrillen scheinen zuweilen einen ringförmigen Verlauf zu besitzen, jedoch lässt

sich wegen ihrer sehr dichten Zusammenstellung nicht wohl entscheiden, ob nicht auch ein spiraliger Verlauf vorhanden sein kann. Bei Clepsidrina Munieri fand Schneider eine netzförmige Anordnung, indem die queren Fibrillen durch etwas schief zur Körperaxe ziehende Anastomosen vielfach verbunden waren (T. 35. 10). Wie gesagt, findet man fast durchaus nur eine einfache Lage solcher Sarcocytfasern, nur bei Porospora gigantea beobachtete Beneden, dass da, wo die Scheidewand zwischen den beiden Körperabschnitten aus dem äusseren Sarcocyt ihren Ursprung nimmt, zuweilen mehrere Fasern übereinander gelagert waren (T. 36. 7). Stets scheint sich diese Fibrillenschicht über die beiden Körperabschnitte der Polycystideen zu verbreiten, doch konnte sie Beneden, ebenso wie das Sarcocyt, bei Porospora gigantea nur in der Hinterregion des Protomerits auffinden. Wie bemerkt, ist bis jetzt nur eine Monocystidee (Gamocystis) bekannt, bei welcher Schneider eine solche Fibrillenschicht im wohlausgeprägten Sarcocyt constatirte.

Zahlreichen Gattungen und Arten der Poly- und Monocystideen soll nach Schneider's Untersuchungen die Fibrillenschicht fehlen, doch möchte ich eine weitere Verbreitung derselben vermuthen, als dieser Forscher anzunehmen geneigt ist, wenigstens beobachtete ich sie deutlichst bei einigen Clepsidrinen (polymorpha, ovata und Blattarum), bei welchen sie Schneider theils vermisste, theils (polymorpha) zweifelhaft liess. Ein weiterer Punkt scheint mir bis jetzt gleichfalls etwas unsicher, ob nämlich die Ausbildung einer solchen Fibrillenschicht auch stets ein scharf abgegrenztes Sarcocyt voraussetzt, wenigstens gelang es mir bei der Clepsidrina Blattarum nicht, im Deutomerit ein scharf begrenztes Sarcocyt nachzuweisen, obgleich die Deutlichkeit der Fibrillenschicht nichts zu wünschen übrig lässt.

Die Fibrillen selbst fand Schneider stets ganz homogen, und auch die von mir untersuchten Clepsidrinen zeigten dasselbe; die Fasern erscheinen dunkler und stärker lichtbrechend wie das umschliessende Sarcocyt, resp. die äusserste Zone des Ectoplasmas. Beneden dagegen sah die Fibrillen der Porospora gigantea aus aneinandergereihten feinen Körperchen zusammengesetzt (T. 36. 8).

Bezüglich der Frage nach der Bedeutung der Fibrillenschicht ist bis jetzt keine Uebereinstimmung erzielt worden. Ihr Entdecker Beneden fasste die Fibrillen als contractile, muskelfaserähnliche Elemente auf, vergleichbar den contractilen Fibrillen gewisser Infusorien, ohne dabei jedoch genauer auseinanderzusetzen, welchen Antheil er dieser Schicht contractiler Fasern an den Bewegungserscheinungen der Gregarinen zuschrieb. Schneider kann sich mit dieser Auffassung der Faserschicht nicht befreunden (doch bringt er für sie mit ? den Namen Myocyt in Vorschlag). Seine Gründe können wir jedoch erst weiter unten bei der Betrachtung der Bewegungsvorgänge der Gregariniden eingehender würdigen. Im All-

gemeinen scheint er mehr geneigt, der Faserschicht eine Bedeutung als Stützapparat zuzuschreiben.

Bei dieser Gelegenheit müssen wir kurz noch einiger früherer Ansichten über die Existenz einer contractilen Faserschicht bei den Gregariniden gedenken. Schon bei Besprechung der Cuticula wurde dargelegt, dass deren Längsstreifung gelegentlich fälschlich in einem solchen Sinne gedeutet wurde. Aber auch eine Längsstreifung andrer Art wurde zuweilen als eine besondre Muskelfaserschicht betrachtet. Nicht selten scheint sich nämlich bei gewissen Gregariniden die Grenzregion zwischen Ecto- und Entoplasma in Längsfalten zu legen, indem das Ectoplasma längsfaltig in das Entoplasma vorspringt. Es hat dann den Anschein, als wenn über den Gregarinenkörper ein System abwechselnder hellerer und dunklerer Längsstreifen hinziehe. Die meisten Beobachter, Leuckart*), Lankester (31), van Beneden (37), bringen diese Erscheinung in Zusammenhang mit der Contractilität des Ectoplasmas, was auch wohl richtig erscheint.

Diese Streifung, welche immer viel gröber erscheint wie die Cuticulastreifung (ähnlich wie die schon früher geschilderten Längsfaltungen der gesammten Körperwand) ist es ohne Zweifel, welche Stuart (33) als eine besondere Muskelhaut deutete, die ihren Sitz zwischen Ecto- und Entoplasma habe. Aus seinen Abbildungen geht deutlich hervor, dass der Sitz der Faltung hier nicht die äussere Körperoberfläche, sondern die Grenze zwischen Ecto- und Entoplasma ist; Lieberkühn (30) beschreibt diese Art der Längsfaltung von einer Monocystide der Regenwürmer und Beneden (37) bei seiner Porospora, scheint sie jedoch früher (34) vorübergehend für eine Längsmuskelfibrillenlage gehalten zu haben.

Die Scheidewände der Polycystideen sind Organisationsbestandtheile, welche sich erst im Laufe des allmählichen Wachsthums hervorbilden, wie dies durch Beneden's (34) und Bütschli's (47) Untersuchungen erwiesen wurde. Die erste genauere Schilderung der Scheidewand gab Kölliker bei seiner Gregarina (Clepsidrina?) Heerii (17), jedoch hielt er sie irrthümlich für ein aus flüssiger Substanz bestehendes Diaphragma. Frantzius (15) und Stein (18) zeigten dagegen, dass die Scheidewand zwischen Deuto- und Protomerit eine relativ beträchtliche Festigkeit besitzt, so dass einmal durchaus keine directe Communication zwischen dem Entoplasma der beiden Körperabschnitte durch das Diaphragma hindurch statthat und weiterhin beim Platzen des Deutomerits nur dessen Inhalt ausfliesst, ja die Scheidewand einem sehr beträchtlichen Druck widersteht, ohne zu zerreissen. Beide erklärten dieselbe daher für eine ziemlich feste Membran.

In neuerer Zeit konnten Beneden und Schneider feststellen, dass die Scheidewand bei den mit Sarcocyt versehenen Polycystideen durch eine

*) Arch. f. Naturgeschichte 1855. II. p. 108.

Einfaltung desselben gebildet wird. Ist das Sarcocyt nur in dem Protomerit entwickelt, so schlägt es sich auf dessen hinterer Grenze einfach nach Innen um zur Bildung der Scheidewand; sind dagegen beide Körperabschnitte mit Sarcocyt versehen, so geht dasselbe auf der Grenze zwischen Proto- und Deutomerit gleichmässig in die Bildung der Scheidewand ein. Dieselbe ist in diesen Fällen eine dünne, sowohl nach dem Entoplasma des Deuto- wie Protomerits scharf begrenzte homogene, helle Schicht von, wie bemerkt, grosser Festigkeit. (Bei Clepsidrina Blattarum glaubte ich einmal deutliche Anzeigen einer Zweischichtigkeit der Scheidewand zu beobachten.)

Bei den sarcocytlosen Formen erscheint die Scheidewand nach Schneider als einfache, sehr dünne Membran, welche sich äusserlich der Cuticula anheftet. In solcher Gestalt sah ich auch ein Diaphragma bei der Entwicklung der Clepsidrina zuerst auftreten*), wogegen Beneden bei Porospora die Scheidewand als eine ziemlich breite, helle Plasmaschicht auftreten sah, welche mit dem hyalinen Ectosark in Verbindung stand.

Die relativ beträchtliche Festigkeit der Scheidewand gestattet uns wohl auch einen Rückschluss auf die Consistenz des Sarcocyts, mit welchem ja die Scheidewand eins und dasselbe ist, auch diesem haben wir daher eine ähnliche Festigkeit zuzuschreiben.

Meist spannt sich die Scheidewand zwischen Deuto- und Protomerit senkrecht zur Körperaxe eben aus, doch weicht sie bei heftigeren Bewegungserscheinungen der Thiere nach vorn oder hinten aus und springt dann gewölbt in das Proto- oder Deutomerit vor. Andrerseits findet sich jedoch bei einigen Formen im Ruhezustand constant eine starke Vorwölbung der Scheidewand in das Protomerit. Am auffallendsten ist dies bei Bothriopsis, wo die membranöse Scheidewand handschuhfingerartig bis in die Mittelregion des Protomerits vorspringt; auch bei Dufouria findet sich ein ähnliches, wenn auch nicht so starkes Vorspringen (T. 36. 11).

Ob auch zwischen dem Epi- und Protomerit stets eine ähnliche Scheidewandbildung statthat, scheint mir aus Schneider's Beschreibungen und Abbildungen nicht genügend hervorzugehen. Bei einigen Formen mit ansehnlichem Epimerit (Stylorhynchus, Geneiorhynchus, Echinocephalus) bildet Schneider eine solche Scheidewand sehr deutlich ab (vergl. T. 36. 14a; 37. 8a etc.).

Gabriel (46) erwähnte in neuester Zeit eine Gregarinide aus Typton spongicola (einer Garneele), welche in der Jugend der Septen ganz entbehre, später dagegen zahlreiche Quersepten entwickele. Aehnliches ist bis jetzt nicht weiter bekannt geworden, auch scheint die Bedeutung dieser Septenbildung bis jetzt noch nicht genügend aufgeklärt, da Gabriel darin

*) Wenn auch sehr wahrscheinlich, so ist es doch nicht ganz sicher, ob dieses Diaphragma die Scheidewand zwischen Proto- und Deutomerit ist. Hierüber folgt das Nähere in dem Kapitel über die Fortpflanzung.

einen Vermehrungsact erkennen wollte, die septirte Form als eine Kolonie oder Strobila auffasst und angibt, dass jedes der Glieder selbstständiger Fortpflanzung fähig sei.

C. Das Entoplasma.

Die Fortpflanzungs- und Entwicklungsgeschichte der Gregarinida lehrt, dass die Keime und Jugendformen aus einem noch undifferenzirten, meist fast körnchenfreien, hellen Plasma bestehen. Erst im Laufe des Wachsthums tritt allmählich eine Differenzirung in Ecto- und Entoplasma auf, namentlich dadurch kenntlich, dass das Entoplasma immer körniger wird, bis es im erwachsenen Zustand meist dicht von dunklen, stark lichtbrechenden Körnern erfüllt ist, welche die gesammte Gregarinide sehr dunkel und undurchsichtig machen.

Das eigentliche Entoplasma, in welchem diese Körnchen suspendirt sind, besitzt nach den übereinstimmenden Angaben der Beobachter eine ziemlich flüssige Consistenz, wenigstens zeigt es bei den Bewegungen der Gregariniden eine so leichte Verschiebbarkeit seiner Theilchen, dass es von den meisten Forschern geradezu als flüssig bezeichnet wird. Das Gleiche ergibt sich auch aus der häufig zu machenden Wahrnehmung, dass die Entoplasmakörnchen ganz lebensfrischer, sehr beweglicher Gregariniden eine wimmelnde Durcheinanderbewegung zeigen, welche nicht selten ganz den Charakter der Molekularbewegung besitzt. Schon Kölliker hat eine solche Molekularbewegung bei seiner Greg. Saenuridis (Urospora Schn.) beobachtet, auch Schmidt berichtet dasselbe von der Monocystis agilis. Bei einigen Clepsidrinen konnte ich die Molekularbewegung sehr sicher beobachten.

Die Körnchen des Entoplasmas treten nach Stein (18) ursprünglich als ein feiner nebelartiger Niederschlag auf und wachsen allmählich heran, indem sich gleichzeitig fortdauernd neue Granulationen hinzugesellen. Auch findet man bei den noch schwachkörnigen Jugendformen häufig keine ganz gleichmässige Vertheilung der Körnchen durch das Entoplasma, seltner Aehnliches auch bei erwachsenen Formen. Es sind dann die Körnchen in unregelmässigen Gruppen oder Flecken zusammengehäuft. Auch bei gleichmässiger Erfüllung des Entoplasmas findet zu weilen eine dichtere Körnchenanhäufung an gewissen Stellen statt. So tritt bei der Porospora gigantea schon sehr frühzeitig in der Entwicklung, schon bevor eine Scheidewand zwischen Proto- und Deutomerit gebildet wurde, die Anlage des ersteren sehr deutlich hervor, indem in ihm die Körnchen in grosser Menge dicht zusammengehäuft sind. Bei Actinocephalus u. A. findet sich eine sehr dunkle, wohl ohne Zweifel auch durch dichtere Zusammenhäufung der Körnchen gebildete Zone am Vorderende des Protomerits.

Bei den erwachsenen Gregariniden trifft man gewöhnlich Körnchen der verschiedensten Grössen an, von eben sichtbarer Grösse bis zu 0,01 Mm.

Durchmesser und wohl auch noch mehr. Bei den verschiednen Formen herrschen jedoch Unterschiede in der Maximalgrösse der Körnchen; während die einen ziemlich grobkörnig erscheinen, besitzen andre zwar ein recht dunkles, jedoch sehr feinkörniges Entoplasma.

Auch die Gestaltung der Körnchen ist recht verschieden; es finden sich gewöhnlich durcheinander kuglige, ovale, längliche bis unregelmässige. Wie gesagt, sind sie stark lichtbrechend und von dunkelgrünlichem Aussehen, bei scharfer Einstellung tritt eine lichtere Contour hervor. Ihre chemische Natur scheint sich aus ihren Reactionen mit ziemlicher Sicherheit zu ergeben*). In concentrirter Essigsäure und schwachen Mineralsäuren sind sie unlöslich, ebenso selbst in kochendem Alkohol und Aether, dagegen werden sie von verdünntem Kali und concentrirten Mineralsäuren rasch gelöst. Jodtinctur färbt sie braunroth bis braunviolett, wie schon Leidy beobachtete, und durch Zusatz von starker Schwefelsäure geht diese Färbung in eine weinrothe bis veilchenblaue über, was zuerst Kloss (59) feststellte. Aus diesen Reactionen schloss Bütschli, dass die Körnchen aus einer dem Amyloid zunächst verwandten Substanz bestehen. Früher wurden sie irrthümlicher Weise häufig für Fett (Stein etc.) oder sogar für ein Kalksalz (Henle, 13) gehalten.

Ihre allgemeine physiologische Bedeutung ist etwas schwierig zu beurtheilen, am natürlichsten möchte es erscheinen, sie mit Leuckart**) als aufgestapelte Reservenahrung zu betrachten, jedoch ist bis jetzt nicht recht abzusehen, wenn dieser Nahrungsvorrath zur Verwendung kommen soll. Wir wissen wenigstens, dass zahlreiche Gregariniden die Hauptmenge der Körner bei der Fortpflanzung ganz unverbraucht zurücklassen. Jedenfalls erscheint daher diese Auffassung der Amyloidkörner nur in beschränktem Sinne zulässig.

Ausser den soeben genauer geschilderten Amyloidkörnern des Entoplasmas fand ich bei der Clepsidrina Blattarum noch anders beschaffne, sehr feine Körnchen, welche deutlich hervortraten, wenn die Amyloidkörner durch Kali zerstört wurden. Ihre chemische Natur blieb unsicher.

Hat man durch Kali die Amyloidkörner zerstört (Clepsidrina Blattarum), so erscheint das restirende Plasma sehr deutlich netzförmig angeordnet. Leider gelang es am lebenden Thier nicht, diese netzförmige Structur zu beobachten und festzustellen, ob dieselbe ein reelles Structurverhältniss ist, was mir nach später zu schildernden Beobachtungen an den Cysten nicht unwahrscheinlich dünkt. Liessen sich wirklich netzförmige festere Structurelemente und flüssigere Erfüllungen dieses Netzwerks, in welche die Körner eingebettet sind, unterscheiden, so wäre die Molekularbewegung der Körnchen etwas weniger auffallend.

*) Vergl. hierüber: Bütschli, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1871. p. 362.
**) Arch. f. Naturgesch. 1855. II. p. 108.

Sehr seltne Erzeugnisse des Entoplasmas scheinen Flüssigkeitsvacuolen zu sein, bis jetzt wenigstens sind nur einige wenige Beispiele hierfür bekannt. Bei jugendlichen Exemplaren der Clepsidrina Blattarum fand ich nicht selten das Protomerit ziemlich vacuolär. Bei der eigenthümlichen Monocystis aus Cyclops beobachtete Stein*) am Vorderende häufig einen runden lichten Hohlraum, ähnlich einem contractilen Behälter und Rehberg spricht sogar von einer contractilen Blase am Vorderende dieser Form**). Höchst interessant ist durch die Reichlichkeit ihrer Vacuolisation die Monocystide Conorhynchus Greeff. Bei dieser Form tritt im Laufe des Wachsthums eine nahezu vollständige Vacuolisation des Entoplasmas ein, so dass zwischen den sich polyedrisch zusammenpressenden Vacuolen nur zarte Plasmascheidewände restiren. Bei den Syzygien beobachtet man in jedem Individuum eine sehr grosse Vacuole der Paarungsfläche dicht anliegend (T. 34. 3c).

Nur sehr selten weist das Entoplasma eine entschiedene Färbung auf. Schneider wurden drei solche Fälle bei Polycystideen bekannt. Da keine weiteren Angaben über die Natur dieser Färbung vorliegen, so dürfen wir wohl annehmen, dass das Plasma selbst gefärbt ist. Die Färbung ist eine gelblich-orangeartige oder rothe. Schneider kommt zu dem Schlusse, dass es sich hierbei nicht um einen von den Gregariniden selbst erzeugten, specifischen Farbstoff des Entoplasmas handle, sondern dass die Pigmentirung durch den Parasitenträger bedingt sei. Bei den Wirthen der drei gefärbten Formen findet man nämlich auch den Darmkanal, welcher die Gregariniden beherbergt, in entsprechender Weise gefärbt, z. Th. auch die Färbung noch durch weitere Gewebe des Wirthes verbreitet. Mit dieser Auffassung stimmt sehr wohl überein, dass sich bei der Clepsidrina Munieri (der Timarcha tenebricosa) die Färbung der freien und encystirten Gregarinen z. Th. verliert, wenn man ihre Wirthe lange hungern lässt, ebenso dass die Färbung des Stenocephalus Juli in Julus sabulosus viel intensiver erscheint wie im Julus terrestris, in Harmonie mit der intensiveren Färbung des Darmes bei der ersteren Julusart.

D. Bewegungsvorgänge und Ernährungsverhältnisse der Gregarinida.

Die freien Monocystideen und Polycystideen zeigen häufig ziemlich energische Bewegungserscheinungen, doch verrathen viele Formen eine

*) Organismus der Infusionsthiere II. p. 6—7.

**) Abhandl. des naturwissensch. Vereins zu Bremen VII. Bd. p. 68. (Nach der Abbildung macht mir der helle Raum, in dem sich bei der Bewegung russclartig vorschiebenden Vorderende dieser Monocystide, mehr den Eindruck einer Ansammlung hellen, körnerfreien Ectoplasmas. Die angebliche Contractilität dieses hellen Raumes halte ich für sehr zweifelhaft. Merkwürdig ist, dass sich an der Spitze des Vorderendes häufig zwei bis mehr schwarze Pünktchen (Protoplasmakörnchen Rehberg) finden.

gewisse Launenhaftigkeit in ihren Bewegungen. Häufig kann man zahlreiche Individuen anhaltend beobachten, ohne eine Spur activer Bewegungen wahrzunehmen, während andre oder die Individuen eines anderen Wirthes anhaltende und ausgiebige Bewegungen ausführen. Die näheren Bedingungen des Eintritts der Bewegung oder Ruhe sind bis jetzt noch ganz unaufgeklärt. Die zellenschmarotzenden Coccidien haben bis jetzt im erwachsenen Zustand noch keinerlei Bewegungen erkennen lassen, dagegen sind ihre Keime häufig recht beweglich, wie später zu schildern sein wird.

Die Bewegungserscheinungen der erwachsenen freien Monocystideen und Polycystideen sind etwas verschiedner Natur. Namentlich bei den Polycystideen, jedoch auch nicht selten bei den Monocystideen beobachtete man zunächst einen Bewegungsvorgang, welchen Kölliker zuerst genauer beschrieb, wobei die Gregarinide ohne irgendwelche Gestaltsveränderung sich langsam in Richtung ihrer Körperaxe gerade fortschiebt. Bei den Polycystideen geht hierbei das Vorderende voran. Nicht selten sistirt die Bewegung plötzlich ohne ersichtlichen äusseren Grund, um nach einiger Zeit wieder zu beginnen. Stösst die Gregarinide bei ihrer Vorwärtsbewegung auf ein unnachgiebiges Hinderniss, so knickt sich das Vorderende nach rechts oder links um und sie setzt nun ihre Bewegung in einer zu der ursprünglichen senkrechten Richtung fort.

Im Allgemeinen erinnert mich diese Vorwärtsbewegung am meisten an die der Bacillariaceen, nur zeigen die Gregariniden nicht das eigenthümliche Hin- und Herwackeln wie jene. Eine zureichende Erklärung dieser Bewegungserscheinung hat bis jetzt noch Niemand gegeben; die meisten Beobachter haben überhaupt keine Erklärung versucht, nur Lankester glaubt sich bei der Monocystis (Urospora) Sipunculi überzeugt zu haben, dass diese Bewegung durch leichte, jedoch beständige Undulationen der Körperränder bewirkt werde. Mir scheint es jedoch bis jetzt nicht recht verständlich, wie durch einen solchen Vorgang eine Ortsbewegung hervorgehen soll, abgesehen davon, dass von den zahlreichen Polycystideen, welche bis jetzt in dieser Fortbewegung untersucht wurden, eine ähnliche Beobachtung fehlt.

Eine zweite Reihe von Bewegungsvorgängen vollzieht sich unter den Erscheinungen von partiellen Contractionen und Gestaltsveränderungen des Gregarinidenkörpers, und zwar mit oder ohne Ortsveränderung. Am schönsten sieht man diese Gestaltsveränderungen und Bewegungen zunächst bei langgestreckten Monocystideen, wo sie schon von Dujardin (9) und Suriray (10) beobachtet worden sind. Auch die späteren Beobachter, namentlich Kölliker, Stein und Schmidt geben recht eingehende Beschreibungen dieser Bewegungsvorgänge. Im Allgemeinen scheint das Wesen derselben (wenn wir einstweilen von ihren Ursachen absehen) in einem mehr oder weniger energischen Hin- und Herströmen des flüssigeren Entoplasmas zu bestehen. Sehr

schön zeigt sich dies z. B. bei der Monocystis agilis und andern Monocystideen des Regenwurms, namentlich aber auch bei der Monocystis tenax von Cyclops.

Bei der ersteren, und ähnlich verhält sich auch die letztere, sieht man das körnige Entoplasma einem Körperende zuströmen, welches dem entsprechend keulig anschwillt, während das andre Ende sich verschmälert, worauf dann eine Strömung in umgekehrter Richtung einsetzt und die Gestalt sich entsprechend ändert (T. 33. 2 b). Gleichzeitig treten häufig auch Beugungen und Krümmungen des Körpers in sehr verschiedner Weise ein. Dieses Hin- und Herströmen dauert nicht selten lange Zeit in gleicher Weise an. Auch beginnt der Rückstrom zuweilen schon zu einer Zeit, wo der vom anderen Körperende herkommende Strom noch nicht zur Ruhe gekommen ist; es treffen dann die beiden Ströme in der Mittelregion der Monocystis zusammen, so dass dieselbe bauchig anschwillt. Wie bemerkt, sind die Gestaltsänderungen und Bewegungsvorgänge der Monocystis tenax und zahlreicher weiterer Monocystideen sehr ähnliche, nur zeigen die erstgenannte Form und zahlreiche weitere gleichzeitig auch mehr oder minder energische Ortsbewegungen im Gefolge dieses Gestaltswechsels. Der Eindruck, welchen eine in dieser Weise sich fortbewegende Monocystide macht, erinnert, wie auch schon Stein hervorhebt, sehr an die Bewegungserscheinungen der einfacheren Rhizopoden, nur modificirt durch die Anwesenheit einer den Körper äusserlich umschliessenden Cuticula. Die grösste Aehnlichkeit zeigen diese Bewegungen mit denen geisselloser Euglenen, Astasien und verwandter Flagellaten, bei welchen ja wohl gleichfalls eine durch die Gegenwart einer Hüllhaut modificirte amöboide Beweglichkeit vorliegt.

Bei sehr langgestreckten Monocystideen (z. B. der Monocystis magna) bemerkt man auch häufig etwas andere Bewegungserscheinungen. Es treten hier ringförmige Einschnürungen des schlauchförmigen Körpers auf, welche wellenförmig nach vorn oder nach hinten an dem Körper hinziehen, natürlich unter gleichzeitiger lebhafter Strömung des Entoplasmas.

Nicht unähnliche Bewegungsvorgänge zeigen zu Zeiten auch die Polycystideen. Schon v. Siebold (12) beschreibt die Bewegungen derselben (specieller der Clepsidrina Blattarum) als träge, wurmförmige Zusammenziehungen. Meist beobachtet man einseitig auftretende Einschnürungen des Deutomerits, in Folge deren die Gregarine auf der eingeschnürten Seite zusammenknickt. Solche Einbiegungen oder -knickungen treten häufig ziemlich plötzlich und mit ansehnlicher Energie auf. Auch sieht man derartige Einschnürungen wellenförmig über den Rand des Deutomerits hinziehen, häufig eine Anzahl hinter einander. Seltner sind hier ringförmige, den Körper völlig umziehende Einschnürungen, jedoch konnte ich gelegentlich auch solche beobachten, wobei das Entoplasma langsam aus dem einen Abschnitt durch die Einschnürungsstelle hindurch

in den anderen strömte. Bei zahlreichen Formen sollen sich diese Bewegungsvorgänge nach Schneider auf das Deutomerit beschränken, seltner dagegen soll auch das Protomerit entsprechende Bewegungen zeigen.

Gelegentlich beobachtet man aber auch viel energischere Gestaltsveränderungen mancher Polycystideen (so z. B. Clepsidrina polymorpha und Blattarum), wobei sich gleichzeitig eine lebhafte Ortsveränderung vollzieht. Hierbei krümmt und windet sich das Thier nach den verschiedensten Richtungen, die Gestalt wird sehr unregelmässig und veränderlich und das Entoplasma strömt energisch bald nach dieser, bald nach jener Ausbuchtung des Körpers hin. Im Ganzen macht auch dieser Bewegungsvorgang ganz den Eindruck einer im Hinfliessen begriffnen Amöbe, deren Strömungsvorgänge durch die Gegenwart einer festeren Hüllhaut eingeengt sind.

Eigenthümliche Bewegungserscheinungen zeigen ferner gewisse kleine Monocystideen von ganz oder theilweise spindelförmiger Gestalt (Monocystis Enchytraei Köll.). Hier krümmt sich der Körper ruckweise bogenförmig zusammen, um sich hierauf wieder zu strecken (T. 34. 9b). Auch Claparède beschreibt die Bewegungen kleiner Monocystideen aus Phyllodoce in ähnlicher Weise. — Diese Art der Bewegung ist derjenigen sehr ähnlich, welche die sogen. sichelförmigen Keime der Gregariniden zeigen und die wir später noch eingehender zu betrachten haben werden. Es scheint mir jedoch auch nicht ganz sicher, ob diese kleinen Monocystideen wirklich reife Formen sind, wenngleich ihre Länge die der sichelförmigen Keime beträchtlich übertrifft.

Einige Worte nun noch über die versuchten Erklärungen dieser Bewegungsvorgänge der Gregariniden.

Die verschiednen Beobachter sind darüber einig, sie den Contractionserscheinungen zuzurechnen. Es lassen sich nun auch eine Reihe der im Vorstehenden geschilderten Bewegungsphänomene nicht wohl anders als in solcher Weise beurtheilen. Die plötzlichen Knickungen, ruckweisen Zusammenbiegungen und ringförmigen Einschnürungen erklären sich jedenfalls in dieser Weise am einfachsten. Doch darf nicht unberücksichtigt bleiben, dass die Bewegungserscheinungen häufig auch eine grosse Aehnlichkeit mit der amöboiden Bewegung einfacherer Rhizopoden besitzen. Wir wissen ja auch, dass die Jugendformen gewisser Gregarinen (Porospora nach Beneden) wohl sicher echte amöboide Beweglichkeit zeigen. Es will mir daher scheinen, dass die Gregariniden mit der Fähigkeit amöboider Plasmaströmung, an welcher speciell das Entoplasma activen Antheil nimmt, gleichzeitig wirkliche Contractionsfähigkeit verbinden. Ueber den Sitz dieser Contractionsfähigkeit sind die Beobachter gleichfalls ziemlich einig. Dass wir nicht die Cuticula, wie Kölliker (17), Stein (18) u. A. ursprünglich annahmen, als contractil betrachten dürfen, kann wohl keinem Zweifel unterliegen. Dagegen scheint Vieles dafür zu

sprechen, dass das Ectoplasma, wo es ausgebildet, der Sitz der Contractilität ist. Hierfür spricht namentlich die Beobachtung, dass dasselbe sich an contrahirten, eingefalteten Stellen nicht unbeträchtlich verdickt, worauf schon Lieberkühn (30) hinwies und was auch Schneider hervorhebt. Lankester und Beneden sprechen sich entschieden für die Contractilität des Ectoplasmas aus.

Mit Schneider müssen wir es dagegen als fraglich betrachten, inwiefern die von Beneden als Muskelfibrillenschicht bezeichnete Differenzirung des Ectoplasmas wirklich bei den Contractionsvorgängen der Gregariniden betheiligt ist. Das Bedenken, welches sich gegen eine solche, anfänglich sehr natürlich scheinende Auffassung der Querfaserschicht erhebt, ist, dass es nicht wohl gelingen will, die Contractionsvorgänge der Gregariniden aus der nothwendigen Wirkungsweise einer solchen Ring- oder Querfaserschicht herzuleiten.

Nur die ringförmigen, bei den Polycystideen im Allgemeinen nicht sehr häufigen Einschnürungen würden sich ungezwungen durch die Contraction einer derartigen Faserlage erklären lassen, wogegen die übrigen Bewegungserscheinungen, wie Schneider mit Recht betont, nicht wohl auf die Wirksamkeit einer solchen Schicht zurückführbar erscheinen. Immerhin wird nicht ausser Acht zu lassen sein, dass sowohl die Bewegungserscheinungen der Gregariniden, wie die Verhältnisse der Fibrillenschicht des Ectoplasmas noch weiterer genauerer Untersuchung bedürfen, um mit ausreichender Sicherheit über die eventuelle active Theilnahme der Fibrillenschicht an den Bewegungsvorgängen urtheilen zu können.

Am Schlusse dieses Abschnittes genügen zwei Worte, um den Standpunkt unsrer heutigen Kenntnisse von der Ernährungsweise der Gregarinida darzulegen.

Nach Allem, was wir über Bau und Verhalten dieser Wesen wissen, müssen wir die alte Auffassung, dass die Ernährung durch Aufsaugung mittels der Körperoberfläche stattfinde, für richtig erachten. Irgend etwas Genaueres über die Ernährungs- und Stoffwechselvorgänge ist nicht bekannt. Betonenswerth erscheint vielleicht nur noch, dass keinerlei Wahrnehmungen für einen mehr pflanzlichen Verlauf des Stoffwechsels sprechen, so dass auch die eigenthümliche Art der Ernährung, welche übrigens zahlreiche Analoga unter protozoën wie metazoën Schmarotzern besitzt, nicht wohl gegen die Herleitung unsrer Formen von einzelligen Wesen mit echt-thierischer Ernährung ins Feld geführt werden kann.

E. Der Nucleus.

Der Zellkern der erwachsenen Gregariniden ist meist ein relativ so ansehnliches Gebilde, dass er schon bei oberflächlicher Betrachtung sofort als ein heller Fleck in der dunklen Entoplasmamasse auffällt. Wir fanden denn auch schon früher, dass er selbst Cavolini im vorigen Jahrhundert nicht entgangen war. Das Vorhandensein eines Zellkerns bei den er-

wachsenen Gregariniden darf weiterhin mit Recht als ein constantes bezeichnet werden.

Die wenigen Angaben neuerer Forscher, welche von einem gelegentlichen Fehlen desselben bei gewissen Gregarinen berichten — so vermisste Stein (18) den Nucleus bei seiner Gregarina (Didymophyes) paradoxa, Lankester (29) konnte gelegentlich keinen Nucleus bei der Monocystis agilis des Regenwurms auffinden — beruhen wohl ohne Zweifel auf mangelhafter Beobachtung.

Nicht mit derselben Sicherheit liess sich bis jetzt der Nachweis des Zellkerns bei den sogen. Coccidien führen. Immerhin ist die Gegenwart eines deutlichen und ziemlich ansehnlichen Zellkerns im nichtencystirten, jedoch erwachsenen Zustand dieser Gregariniden von einer grossen Zahl von Forschern so häufig constatirt worden, so Klebs, Kloss, Eberth, Stieda, Waldenburg, Eimer, Neumann, Leuckart, Bütschli und Aim. Schneider, dass wir auch für die Coccidien den Kern als einen durchaus constanten Organisationsbestandtheil im erwachsenen und nicht encystirten Zustand aufführen dürfen. Dass eine ziemliche Anzahl der erwähnten Beobachter neben den kernhaltigen Individuen gelegentlich auch kernlose auffanden, dürfte bei Objecten, deren Kleinheit der Beobachtung häufig grosse Schwierigkeiten bereitet, nicht gegen die Annahme einer allgemeinen Verbreitung des Nucleus sprechen.

Während nun, wie aus dem eben Erwähnten hervorgeht, nur noch wenige Zweifel darüber bestehen können, dass die erwachsenen Gregariniden eines Kernes nie entbehren, hat sich dagegen in neuerer Zeit die Ansicht ziemlich allgemeine Geltung erworben, dass die jugendlichsten Entwicklungsstufen meist kernlose Cytoden darstellen. Obgleich wir erst im Kapitel über Fortpflanzung und Entwicklung unsrer Organismen genauer auf diese Frage eingehen werden, wollen wir doch nicht unterlassen, an dieser Stelle gleich unsrer Ueberzeugung Ausdruck zu verleihen, dass auch im jugendlichsten Zustand den Gregariniden der Kern nicht fehlt und dass sehr wahrscheinlich auch bei unsrer Abtheilung die tiefer eindringende Forschung den Nachweis wird führen können, dass überhaupt keinem Lebensstadium der Kern gänzlich fehlt.

Gegenüber anderen Protozoën zeichnen sich die Gregarinen hauptsächlich dadurch aus, dass sich fast durchaus nur ein einziger Kern findet. Die Beobachtung mehrerer und dann höchstens zweier Kerne ist so selten gemacht worden, dass die Einkernigkeit sicher als der normale Zustand bezeichnet werden muss. Zwei Kerne wurden gelegentlich von Kölliker (17) bei seiner Gregarina Terebellae, von Leidy (22) bei Greg. Polydesmi und Juli, von d'Udekem*) bei der Monocystis magna des Regenwurms und von A. Schneider (40) bei Porospora gigantea v. Bened. wahrgenommen. Jedoch beziehen sich diese Beobachtungen durchaus auf Arten, bei welchen die Einkernigkeit das normale Verhalten ist.

Der Kern ist dem Entosark eingelagert und zwar schwebt er frei in demselben, so dass er bei den Contractionen des Gregarinenkörpers mit dem Entosarkstrom bald hier- bald dorthin verschoben wird, was jedoch nicht ausschliesst, dass er bei der Mehrzahl der Individuen im ruhigeren Zustand auch eine annähernd constante Lage besitzt. Seine Lage kann jedoch bei den verschiednen Formen sehr verschieden sein. Bei den Polycystideen liegt der Kern stets im Entosark des Deutomerits.

Der Bau des Gregarinidenkernes ist ein exquisit bläschenförmiger.

---

*) Mém. cour. et mém. d. sav. étrang. de l'Acad. roy. de Belgique. T. XXII. 1856. p. 16—17. Taf. I. Fig. 17.

Diese Thatsache haben schon v. Siebold und Kölliker hervorgehoben, sie wurde jedoch von v. Frantzius und Stein in Abrede gestellt. Nach beiden letztgenannten Forschern sollte der Kern sich nicht wie ein mit Flüssigkeit gefülltes Bläschen, sondern wie ein solider, zäher und gallertartiger Körper verhalten. Beide schliessen dies aus seinem Verhalten gegen Druck, wobei er nicht zerplatze, sondern entweder in Stücke zerbreche oder sich beliebig breit quetschen lasse. Die neueren Beobachter, wie Beneden und Schneider, bestätigten dagegen wieder seine Bläschennatur, und zwar gerade dadurch, dass heftiger Druck das Platzen der Hülle und Ausfliessen des Inhalts hervorrufe. Jedenfalls besitzt die zarte, jedoch scharf und deutlich erscheinende Kernmembran eine relativ beträchtliche Festigkeit und Elasticität, so dass sie einem recht starken Druck widersteht und bei Nachlassen desselben der Kern wieder zu seiner ursprünglichen Form zurückkehrt.

Die Gestalt des Kernes ist meist eine kuglige, seltner ellipsoidische oder eiförmige, gelegentlich ist er noch etwas mehr in die Länge gestreckt. Der Kerninhalt besteht aus einer hellen, sonder Zweifel mehr oder minder flüssigen Masse, die bei der Betrachtung im lebenden Zustand keine weiteren Structurverhältnisse wahrnehmen lässt. — Diese Kernflüssigkeit bildet nun nach der Darstellung Schneider's entweder allein den Inhalt oder sie enthält noch sogen. Nucleoli in verschiedner Zahl und Beschaffenheit. Die Angabe Schneider's, dass sich bei einer ziemlichen Zahl von Geschlechtern der Kern bald ohne, bald mit Nucleoli zeigen soll, bedarf noch einer genaueren Prüfung.

Die Binnenkörper oder Nucleoli bieten, wie bemerkt, ziemliche Verschiedenheiten dar. Sie bestehen aus einer ziemlich stark lichtbrechenden, meist homogen und ziemlich dicht erscheinenden Masse. Entweder findet sich nur ein einziger und dann meist ziemlich ansehnlicher Nucleolus, so nach Schneider (40) durchaus bei den Geschlechtern Clepsidrina, Euspora und Gamocystis. Bei zahlreichen anderen Geschlechtern dagegen tritt neben einem grössern eine sehr verschiedne Zahl kleinrer Nucleoli auf, welche meist unregelmässig durch den Binnenraum des Kernes zerstreut sind, oder sich zuweilen auch zu einem Häufchen zusammengruppiren. Ein solches Häufchen dicht zusammengepackter kleiner Nucleoli, wie es z. B. Kölliker schon von seiner Gregarina Sieboldii beschrieben hat, kann leicht mit einem einfachen grösseren Nucleolus verwechselt werden. So besitzt z. B. die Clepsidrina Blattarum nach meinen Beobachtungen im erwachsenen Zustand statt eines einfachen Nucleolus stets einen solchen Haufen von Nucleoli, so dass hiernach die oben erwähnte Schneider'sche Angabe zu berichtigen ist.

Bei dieser Form lässt sich ferner leicht constatiren, dass die Zahl der Nucleoli, welche das Häufchen bilden, mit dem Alter der Thiere zunimmt. In sehr jugendlichem Zustand findet sich nur ein einziger Nucleolus vor, successive vermehrt sich ihre Zahl mit der Grössenzunahme des Thieres*). Ein derartiges Verhalten vermuthete schon Kölliker auf Grund der verschiednen Zahl der Nucleoli bei einer und derselben Form; ob sich jedoch, wie er gleichfalls anzunehmen geneigt ist, die Nucleoli durch allmählichen Zerfall des ursprünglich einzigen vermehren, scheint mir bis jetzt noch nicht hinreichend erwiesen. Man bemerkt zwar

*) Auch die Jugendformen der Porospora gigantea v. Bened. weisen stets nur einen einzigen Nucleolus auf; die erwachsenen dagegen gewöhnlich zahlreiche.

nicht selten eingeschnürte oder gelappte Nucleolusformen, welche sich auf solchen Zerfall beziehen liessen, jedoch könnten dieselben auch durch nachträgliche Verschmelzung hervorgegangen sein; hierüber muss die Entscheidung durch directe Beobachtung abgewartet werden.

In den grösseren Nucleoli beobachtet man zuweilen eine oder mehrere ziemlich ansehnliche Vacuolen, welche vielleicht schon Siebold wahrgenommen hat, da er die Nucleoli als Bläschen bezeichnet; Kölliker beschrieb einen solchen Fall schon sehr kenntlich bei Hoplorhynchus oligacanthus. Diese Erscheinung ist jedoch nach den Abbildungen Lieberkühn's, Beneden's, Schneider's etc. auch sonst noch recht verbreitet. Gewöhnlich scheinen die Nucleoli frei in der Kernflüssigkeit zu schweben; bei Monocystis magna schien mir jedoch der Nucleolus an der Kernhülle angeheftet zu sein, eine Erscheinung, welche vielleicht noch weiter verbreitet ist. In anderen Fällen mag er an einem zarten Kernnetz befestigt sein, denn obgleich ein solches am lebenden Kern nicht deutlich zu sehen ist, lässt es sich doch bei der Clepsidrina ovata nach Essigsäurebehandlung recht wohl wahrnehmen; bei anderen Formen dagegen gerann die Kernflüssigkeit nach Zusatz von Essigsäure feingranulär, ohne dass ein Kernfadennetz hervortrat.

Ein ganz eigenthümliches Verhalten sollen nach van Beneden (32) die Nucleoli der Porospora gigantea zeigen. Dieselben besitzen im Allgemeinen ganz dasselbe Aussehen, wie die der übrigen Gregarinen, sollen aber in raschem Wechsel verschwinden und wieder auftauchen. Während z. B. der ursprünglich einfache Nucleolus schnell an Grösse abnimmt und schliesslich ganz schwindet, tauchen zahlreiche neue, zuerst ganz kleine hervor, welche rasch anwachsen, wieder verschwinden und so fort. Zuweilen soll auch jede Spur der Nucleoli gänzlich verschwunden sein. Dieser Wechsel vollziehe sich ungemein rasch, manchmal nahezu momentan (vergl. T. 36. 9a—f).

Bei anderen Gregarinen ist bis jetzt von einer solchen Wandelbarkeit der Nucleoli kaum etwas bekannt; zwar theilt Schneider (38) mit, dass er dieselbe Erscheinung bei gewissen Gregarinen gefunden habe, in seiner grösseren Arbeit (40) geht er jedoch auf dies merkwürdige Phänomen nicht näher ein, wenn nicht vielleicht seine Angabe: dass man im Kern von Actinocephalus (ähnlich auch Hoplorhynchus, Stylorhynchus und Bothriopsis) häufig zahlreiche feine Granulationen, wie eine Wolke erscheinen sehe, die sich zu einem centralen Haufen verdichten könne, auf diese Vorgänge zu beziehen ist. Ist dies wirklich der Fall, wie zu vermuthen, da Schneider dieser Erscheinung direct im Zusammenhang mit den Beneden'schen Beobachtungen gedenkt, so dürfte hieraus wohl geschlossen werden, dass er geneigt ist, die Wandelbarkeit der Nucleoli durch bald hier, bald dort stattfindende Anhäufung der feinen Granulationen und Wiedervertheilung derselben zu erklären.

Ueber Theilungsvorgänge des Kerns der Gregarinen ist bis jetzt durchaus nichts bekannt und sein Verhalten bei der Encystirung, Copulation und der Fortpflanzung überhaupt wird späterhin noch genauer zu betrachten sein.

4. Fortpflanzungserscheinungen der Gregarinida.

Wie schon früher betont wurde, ist eine Vermehrung der Gregariniden durch einfache Theilung nie sicher beobachtet worden*). Selbst die zusammenhängenden Gregarinen (Syzygien), welche leicht für Theilungszustände hätten gehalten werden können, sind bis jetzt nie ernstlich in dieser Weise gedeutet worden. Die einzig bekannte und auch wohl sicher allein existirende Fortpflanzungsweise geschieht durch Encystirung und Sporenbildung. Da wir schon in der allgemeinen historischen Einleitung die allmähliche Entwicklung unsres Wissens von der Fortpflanzung der Gregarinen etwas näher betrachteten, verzichten wir hier auf eine Wiederholung dieses Gegenstandes und werden nur im Verlaufe der Darstellung auf einzelne historische Daten von Wichtigkeit Rücksicht nehmen.

I. Fortpflanzungserscheinungen der freien, d. h. nicht intracellulär schmarotzenden Gregariniden.

A. Vorbereitende Erscheinungen, Conjugation.

Bei einer ansehnlichen Zahl von Gregarinen, hauptsächlich jedoch den Polycystideen, scheinen die Vorbereitungen zur Fortpflanzung schon sehr frühzeitig im Leben einzutreten, schon lange bevor die volle Wachsthumsgrösse erreicht ist. Als derartige vorbereitende Erscheinungen dürfen einmal die schon so lange bekannten Vereinigungen zweier und mehrerer Thiere (sowohl bei den Monocystideen wie den Polycystideen) in Anspruch genommen werden, als auch wohl die bei zahlreichen Polycystideen zu beobachtende Verstümmlung: das heisst das Abwerfen des Haftapparates, des Epimerits, womit die Gregarine ihre Befestigung an der Wand des Darmkanales aufgibt und frei wird. Da diese Loslösung nothwendig erscheint, einmal zur Einleitung des Conjugationsprocesses, andrerseits zur Entleerung der Cysten in die Aussenwelt, so kann der Vorgang, obgleich er meist schon sehr frühzeitig im Leben der Polycystideen auftritt, doch auch unter die Vorbereitungen zur Fortpflanzung gerechnet werden. Grossen Werth lege ich natürlich nicht auf diese Auffassung, doch ist hier wohl die geeignetste Stelle zur Besprechung dieser Vorgänge. Betrachten wir also zunächst diesen Process der Lösung und des Verlustes des Haftapparates bei den Polycystideen.

Schon v. Siebold (12) machte die Erfahrung, dass der rüsselartige Haftapparat seiner Gregarina oligacantha sehr leicht abreisse; dieselbe Erscheinung wurde von Kölliker (13) bei der nämlichen und ähnlich ausgerüsteten Formen mehrfach beobachtet, beide Forscher hielten diesen Vorgang jedoch für einen anormalen. Dagegen vermuthete schon v. Frantzius (15).

*) Kölliker (14, 16, 17) hielt eine Zeit lang die Zweitheilung (endogene Zellbildung) der Gregarinen für wahrscheinlich. Er stützte sich dabei auf gewisse Beobachtungen an seiner Monocystis (Urospora) Sipunculi, welche jedoch sicherlich auf Copulations-, nicht aber auf Theilungserscheinungen bezogen werden müssen. Einige weitere Angaben über gelegentliche Vermehrung gewisser Mono- und Polycystideen durch einfache Theilung, werden wir weiter unten noch berühren; dieselben erscheinen aber theils sehr unsicher, theils können wir sie ohne anderweitige Bestätigung nicht ohne Bedenken acceptiren.

dass dieser Verlust des Haftapparates auch als ein normaler Vorgang im Leben der Polycystideen auftrete, ohne diese Annahme aber durch genügende Beweise zu erhärten. Stein (18) hob zuerst hervor, dass „alle mit einem Haftapparat versehenen Gregarinen im reifsten Lebensalter stets ohne denselben getroffen werden" und dass sie alsdann zur Conjugation schritten. Durch die neueren Untersuchungen von Schneider wurde diese Erscheinung ganz sicher gestellt und namentlich auch noch constatirt, dass sich dieselbe keineswegs, wie früher vermuthet wurde, nur im erwachsenen Lebensalter vollziehe, sondern sie bei nicht wenigen Formen schon sehr frühzeitig eintritt. Letzteres scheint sich hauptsächlich bei denjenigen zu finden, deren Haftapparat nur eine geringe Entwicklung besitzt, z. B. der so häufigen Gattung Clepsidrina. Hier geht der Haftapparat schon zu einer Zeit verloren, wo die Thiere noch nicht den fünften Theil ihrer definitiven Länge erreicht haben. Es ist daher auch natürlich, dass hier die Beobachtung des Haftapparates, sowie des Ueberganges der Cephalonten in die Sporonten erst in neuester Zeit gelang. Sehr frühzeitig tritt nach Schneider der Verlust des Haftapparats auch bei Stylorhynchus ein.

In den meisten Fällen geht das ganze sogen. Epimerit verloren; eine Ausnahme von diesem Verhalten machen nur die Gattungen Clepsidrina und Echinocephalus, bei der ersteren wird nur das in die Darmzelle eingesenkte Knöpfchen abgeworfen, wogegen der grössere Theil des Schneider'schen Epimerits als vordrer Theil des Protomerits erhalten bleibt. Bei Echinocephalus dagegen bleibt das asymmetrische Epimerit dauernd erhalten und es gehen nur seine finger- bis stiletförmigen Anhänge, welche die eigentlichen Befestigungsorgane darstellen, sehr frühzeitig verloren.

Das Abwerfen der Haftapparate scheint stets in der Weise vor sich zu gehen, dass dieselben thatsächlich von dem Protomerit oder dem noch persistirenden Theil des Epimerits abgeschnürt und losgelöst werden und hierauf sehr rasch in definitiven Zerfall übergehen (T. 36. 13a—b). Bei der Clepsidrina Blattarum bemerkt man an dem vorderen Pol des Protomerits der Cephalonten, an der Stelle, wo sich das Kopfzäpfchen gelöst hat (namentlich bei jugendlichen Cephalonten) sehr deutlich eine Art strahliger Einziehung der Cuticula. Diese Erscheinung lässt sich vielleicht auf die bei Lösung des Kopfzäpfchens stattfindende Einschnürung der Cuticula und den Verschluss der hierbei erzeugten Wunde zurückführen.

Bei den befestigten Monocystideen, von welchen bis jetzt nur eine Form, die Monocystis magna, bekannt ist, geht die Lösung ohne Zweifel ohne Verlust eines Körpertheils vor sich, tritt jedoch auch hier sicherlich vor der Fortpflanzung ein.

Als weitere, vorbereitende Erscheinung der Fortpflanzung haben wir noch die Conjugation ins Auge zu fassen, die Erscheinung nämlich, dass zahlreiche Gregarinenformen (und zwar sowohl Mono- wie Polycystideen) sich mehr oder weniger frühzeitig während ihres Lebenslaufs zu zweien oder zuweilen auch zu mehreren zusammenhängen und in diesem Zustand lange Zeit verharren, ohne dass sich wesentliche Veränderungen an ihnen beobachten liessen oder dass eine innigere Vereinigung durch theilweise Verschmelzung zu Stande käme. Obgleich diese Erscheinung schon so lange bekannt ist, hat sie doch bis in die neueste Zeit noch keine allgemein angenommne Erklärung gefunden, ja ihre Bedeutung bei den Polycystideen wurde gerade neuerdings wieder als ganz zweifelhaft bezeichnet.

Schon Dufour, welcher gepaarte Formen bei den Polycystideen der Insecten vielfach beobachtete, deutete sie in richtiger Weise als zwei zusammenhängende Thiere. Kölliker sprach dagegen 1848 die Vermuthung aus, dass dieselben sich vielleicht durch sehr frühzeitig auftretende Theilung erklären liessen. Er musste, um sich die vorliegenden Thatsachen durch die Annahme von Theilung verständlich zu machen, nicht nur für gewöhnlich Quer-, sondern auch für die Erklärung des zeitweiligen Anhängens zweier kleinerer Thiere an einem grösseren, gelegentliche Längs-Theilung annehmen. Die Unzulässigkeit dieses Erklärungsversuches ergab sich jedoch daraus, dass eben bis heute noch durchaus nichts von einem solchen Theilungsprocess auf irgend einer Wachsthumsstufe der Gregarinen beobachtet werden konnte und weiterhin sicher dadurch, dass die mit Haftapparat versehenen Polycystideen stets ungepaart sind, so lange sie diesen Apparat noch besitzen, dass sich dagegen an den ihres Haftapparats beraubten, gepaarten Thieren z. Th. noch der Nachweis führen lässt, dass beide aus den jugendlichen, isolirten Thieren hervorgegangen sind. Eine directe Beobachtung des Conjugationsactes liegt jedoch bis jetzt noch nicht vor, dürfte auch wohl grosse Schwierigkeiten haben.

Wie bekannt, fasste Stein zuerst diese Vereinigung der Gregarinen als einen Conjugationsact auf und glaubte durch seine Beobachtungen sowohl für die Monocystideen wie die Polycystideen festgestellt zu haben, dass die Syzygien sich schliesslich gemeinschaftlich encystirten und nun durch Verschmelzung ihrer Leibesmassen zur Copulation und Fortpflanzung schritten. Spätere Beobachter, wie Lieberkühn, Schmidt, van Beneden und Andre, welche sich auf Grund ihrer Untersuchungen gegen die allgemeine Zulässigkeit der Conjugationslehre Stein's aussprachen, haben es nicht versucht, eine Erklärung der Syzygien zu geben. Zum Theil mögen sie für gewisse Formen die Annahme Stein's stillschweigend als gültig erachtet haben, z. Th. sahen sie wohl in der Syzygienbildung eine räthselhafte Erscheinung, für deren Verständniss der Schlüssel noch fehle. Auch der neueste und treffliche Beobachter der Gregarinen, A. Schneider, sieht in der Vereinigung keine Beziehungen zur Fortpflanzung. Ihm waren zwar zwei sichere Fälle von Copulation bekannt, welche weiter unten noch näher erörtert werden, dagegen scheint er für die zusammenhängenden Paare die Stein'sche Lehre durchaus zurückzuweisen. Nach ihm sollen sich die Syzygien entweder kurz vor der Encystirung und Fortpflanzung wieder trennen, um sich solitär zu encystiren, oder aber bei gemeinsamer Encystirung nicht verschmelzen, sondern Doppelcysten bilden, ein Vorgang, welchen er als Pseudoconjugation bezeichnet. Ich muss jedoch gestehen, dass mir die Schneider'schen Untersuchungen und Deutungen bezüglich dieses Punktes nicht das grosse Zutrauen zu verdienen scheinen, welches seiner Arbeit sonst zu zollen ist. Ich bin im Gegentheil geneigt, der Stein'schen Deutung im Allgemeinen zuzustimmen, da ich mich bei zwei Polycystideen persönlich von ihrer Richtigkeit überzeugt habe, ohne damit jedoch die Möglichkeit gänzlich zurückweisen zu wollen, dass in gewissen Ausnahmefällen nicht auch nachträgliche Trennung und gesonderte Encystirung der Einzelindividuen der Paare eintrete. Die Belege für die eben ausgesprochne Ansicht werden wir weiter unten bei der Betrachtung der Encystirung noch kennen lernen.

Zunächst noch einige Worte über die Art der Syzygienbildung und das Verhalten der Einzelthiere hierbei.

Die Syzygien bilden sich in etwas verschiedner Weise bei den Mono- und Polycystideen. Schon Henle (13), welcher zuerst eine gepaarte Regenwurmmonocystis beobachtete, fand, dass sich die Individuen mit den gleichnamigen Körperenden aneinander geheftet hatten. Diese Erfahrung wurde später von Kölliker für seine Monocystis Saenuridis bestätigt (T. 34. 8a), das Gleiche fanden Stein und spätere Forscher bei der sogen. Zygocystis des Regenwurmhodens (T. 34. 1a), Schneider bei der verwandten Gamocystis (T. 34. 2a) und Greeff bei seinem Conorhynchus (34. 3c); auch Giard sah die Monocystiden des Darmes von Amauroecien sich gewöhnlich mit den breiten Enden copuliren. Nur Lachmann*) berichtet von seiner Zygocystis puteana, dass die Individuen der Paare mit den ungleichnamigen Enden zusammengefügt seien, indem das Vorderende des hinteren etwas in das Hinterende des vorderen eingesenkt sei.

Nach dem Bemerkten scheint es, dass die erstgeschilderte Vereinigungsweise der Monocystiden wohl allgemeine Gültigkeit besitzt; ja ich möchte wohl vermuthen, dass die Lachmann'sche Angabe auf irrthümlicher Beobachtung beruhe.

Schneider bezeichnet die beschriebne Verbindungsweise der Monocystideen, im Gegensatz zu der gleich zu schildernden der Polycystideen, als Apposition und hebt hervor, dass die in solcher Weise vereinigten Monocystideen ganz bewegungslos seien. Soweit die Ortsbewegung in Frage kommt, dürfte dieser Ausspruch wohl gerechtfertigt sein, dagegen scheint derselbe nicht gültig, wenn wir auch die Gestaltsveränderungen der Thiere dem Begriff der Bewegung unterordnen. Zwar sind gewisse in dieser Weise gepaarte Monocystideen, wie die Zygocystis cometa Stein's und die Gamocystis tenax Schneider's stets ganz regungslos angetroffen worden, dagegen hat Kölliker an den Syzygien seiner Monocystis Saenuridis sehr schwache und träge Gestaltsveränderungen beobachtet.

Dass auch drei Individuen sich zuweilen in gleicher Weise verbinden können, wissen wir durch die Beobachtungen Stein's an der Zygocystis cometa (T. 34. 1b).

Im Gegensatz zu den Vereinigungen der Monocystideen bilden sich die der Polycystideen, soweit bekannt, fast durchaus so, dass sich die Einzelindividuen mit den ungleichnamigen Enden zusammenhängen. Es ist also das Protomerit des hinteren Thieres dem Deutomerit des vorderen angefügt (35. 7). Gewöhnlich sind zwei Sporonten von nahezu gleicher Grösse in dieser Weise vereinigt. Nicht selten ist jedoch das hintere Individuum kleiner, ja zuweilen bleibt es hinter dem vorderen sehr beträchtlich an Grösse zurück. Stein erklärt sich den letzteren Fall durch die Annahme, dass ein Paar erwachsener Individuen durch Zufall getrennt worden sei, und nun nachträglich eine Verbindung mit einem jüngeren, kleineren

*) Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellsch. zu Bonn 1859. p. 33.

Exemplar stattgefunden habe. Inwiefern diese Erklärung gerechtfertigt erscheint, soll hier nicht näher untersucht werden.

Das Protomerit des hinteren Individuums einer solchen Syzygie unterscheidet sich gewöhnlich in seiner Gestalt etwas von dem des vorderen. Es umfasst nämlich das Hinterende des vorderen Paarlings mehr oder weniger innig, wenigstens bei solchen Paaren, wo die beiden Exemplare von ähnlicher Grösse sind. Wenn eine Lösung der Syzygie eingetreten ist, erkennt man die hinteren Exemplare gewöhnlich leicht, da ihr Protomerit noch eine deutliche Einsenkung besitzt, in welche das Hinterende des vorderen Thiers eingepflanzt war. Wie schon früher angedeutet wurde, scheint namentlich bei den von Stein als Didymophyiden bezeichneten Polycystideen die Verbindung eine sehr innige zu sein, da hier wahrscheinlich das ganze Protomerit des hinteren Individuums in das Hinterende des vorderen eingesenkt ist.

Zuweilen wird auch bei den Polycystideen beobachtet, dass sich mehr wie zwei Individuen mit einander vereinigen; dies kann entweder so geschehen, dass dem Hinterende eines grossen Individuums zwei, ja auch drei bis vier kleine angefügt sind, oder aber sehr selten, wie es scheint, derart, dass drei gleichgrosse Individuen in einer Reihe zusammenhängen, ein Fall, welcher bis jetzt nur von v. Siebold bei der Gregarina longissima (Porospora?) einmal beobachtet wurde*). Die Bewegungsfähigkeit der Polycystideensyzygien hat keine Einbusse erfahren, sie bewegen sich gewöhnlich ebenso energisch durch einfache Translation oder durch Contractionen, wie die einfachen Thiere. Mehrfach fand ich nur das vordere Thier in Bewegung, das hintere wurde dann einfach nachgezogen.

Die gegenseitige Verbindung der Individuen scheint bei den seither beschriebnen Syzygien der Polycystideen und Monocystideen im Allgemeinen keine allzufeste zu sein, da, wie bemerkt, durch mechanische Eingriffe eine Lösung der verbundnen Individuen ziemlich leicht eintritt. Doch beobachtete Kölliker bei der Monocystis Saenuridis häufig sehr fest vereinigte Paare, welche sich durch kein Mittel mehr trennen liessen. Er vermuthet, dass eine Verschmelzung der Cuticula der beiden Thiere an der Vereinigungsstelle eingetreten ist. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass eine solch innigere Vereinigung gewöhnlich beim Uebergang in den encystirten Zustand eintritt.

Bei den Syzygien, welche wir im Vorhergehenden betrachtet haben, findet die Vereinigung fast stets sehr frühzeitig statt, so dass in der Regel nur sehr kleine Individuen unvereinigt gefunden werden. Bei den Monocystideen scheint eine solche frühzeitige Vereinigung im Ganzen nicht gerade sehr häufig zu sein; bei der Mehrzahl der bis jetzt beobachteten Formen wurden Syzygien überhaupt noch nicht gesehen. Bei den Polycystideen ist die frühzeitige Vereinigung sehr charakteristisch für die Gattung Clepsidrina, der sich in dieser Hinsicht die nahe verwandten

*) Siehe bei Kölliker (13) p. 25 und 34

Geschlechter Euspora und Hyalospora anschliessen, weiterhin findet man dieselbe Erscheinung noch bei einer Anzahl in ihrer systematischen Stellung unsicheren Arten, welche sich jedoch wohl den oben erwähnten Gattungen zunächst anschliessen werden.

Die mit ansehnlich entwickelten Haftapparaten versehenen Polycystideen, wie die Gatt. Stylorhynchus, Geneiorhynchus, Hoplorhynchus und Actinocephalus scheinen keine Syzygien zu bilden, ebenso wurden auch die Gattungen Stenocephalus, Bothriopsis, Dufouria, Pileocephalus und Echinocephalus bis jetzt nicht in dauernden Vereinigungen beobachtet. Das Gleiche gilt dann weiterhin noch von zahlreichen unsicheren Arten. Dass diesen Formen die Copulation völlig fehle und die Encystirung stets in solitärem Zustand erfolge, hat die Beobachtung als nicht zutreffend erwiesen, da für einige derselben bekannt ist, dass sie sich copulirend encystiren; doch tritt in diesem Falle, wie es scheint, die Vereinigung erst kurz vor der Encystirung ein. Wie werden diese Fälle daher im folgenden Abschnitt, welcher vom Encystirungsprocess handelt, näher betrachten.

B. Die Encystirung.

Während Stein lehrte, dass die Encystirung der Gregarinen durchaus mit Copulation Hand in Hand gehe, d. h. dass sich stets zwei zur Verschmelzung bestimmte Individuen gleichzeitig in eine gemeinsame Cyste einhüllten, suchten seine Nachfolger zu erweisen, dass sich häufig auch ein Einzelthier encystire.

Schon 1849 suchte Bruch (19) dies für die sogen. Monocystis lumbrici (wahrscheinlich M. agilis) zu erweisen und etwas später erklärte auch Lieberkühn (24), dass sich die Regenwurmgregarinen auch solitär zu encystiren vermögen. Den sicheren Nachweis dieser Angabe wird man jedoch in seiner Arbeit vergeblich suchen. A. Schmidt (23) hat bei der von ihm speciell untersuchten Monocystis agilis gleichfalls nichts von einer Encystirung mit Copulation beobachtet. Seine Mittheilungen über die Bildung der Cysten sind sehr eigenthümlich und scheinen in hohem Grade verdächtig. Es soll sich nämlich nicht eine ganze Gregarine encystiren, sondern nur ein Theil des Gregarinenleibes, welcher sich als eine körnige Kugel abschnüre. Eine solche Abschnürung wurde einmal beobachtet und, wie Schmidt hervorhebt, bei Wasserzusatz; es scheint mir daher gar nicht unwahrscheinlich, dass das ganze Phänomen ein anormales war, hervorgerufen durch die zerstörende Einwirkung des Wassers. Auch Ray Lankester theilte 1863 mit, dass sich gelegentlich auch ein Einzelthier der Monocystis agilis encystire. In neuerer Zeit will sich dann weiterhin E. van Beneden überzeugt haben, dass sich die Porospora gigantea stets isolirt encystire. Alle diese Angaben stützten sich jedoch keineswegs auf thatsächliche Beobachtungen des Encystirungsprocesses und man kann gegen sie mit Recht einwenden, dass sie nur die einzelnen beobachteten Stadien in geeigneter Weise zu deuten versuchen. Dieser Einwand erscheint um so mehr berechtigt, als keiner dieser Beobachter anscheinend eine so vollständige Reihe von Stadien des Encystirungsprocesses dargestellt hat, wie dies Stein zum Beleg seiner Ansicht thun konnte.

Erst A. Schneider zeigte durch directe Beobachtung der Encystirung von Actinocephalus Dujardini, dass hier unzweifelhaft eine solitäre Encystirung statthat, auch für seine Gattung Adelea scheint er denselben Vorgang sichergestellt zu haben. Letztere Gattung schliesst sich aber

allem Anschein nach schon recht innig an die sogen. Coccidien an und bei diesen dürfte nach allen Erfahrungen die solitäre Encystirung die Regel bilden, da bis jetzt in ihrer Lebensgeschichte kein Anzeichen eines Conjugations- oder Copulationsprocesses aufgefunden werden konnte. Damit soll jedoch nicht gesagt sein, dass ein Copulationsvorgang im Leben der Coccidien überhaupt niemals auftrete. Was wir bis jetzt von der Lebensgeschichte dieser Formen wissen, ist keineswegs vollständig genug, um das event. Auftreten eines derartigen Vorgangs gänzlich auszuschliessen.

Werfen wir nun zunächst einen Blick auf den Vorgang der solitären Encystirung, wie er von Schneider bei Actinocephalus Dujardini mit Sicherheit verfolgt wurde. Die Encystirung beginnt hier mit einer Verkürzung und Abrundung des Thierkörpers, namentlich wird das Hinterende eingezogen und das Protomerit abgeflacht, bis schliesslich die reine Kugelgestalt angenommen wird und die Abscheidung der Cystenhülle erfolgt (T. 36. b—d). Die Trennungsgrenze zwischen Protomerit und Deutomerit schwindet am zusammengekugelten Thier bald und ebenso ist von dem Kern bald nichts mehr zu erkennen.

Zahlreicher sind nun aber die sicher beobachteten Fälle, wo sich zwei copulirende Thiere gleichzeitig encystirten. Stein hat diesen Vorgang hauptsächlich bei zwei Syzygien bildenden Arten genauer dargestellt, einer Monocystide, der Zygocystis cometa, und einer Polycystide, der Clepsidrina polymorpha (Greg. cuneata St.). Beide Fälle halte ich für durchaus sicher; für den letzteren kann ich die Angaben Stein's bestätigen.

Die zusammenhängenden Thiere der Zygocystispaare rücken immer inniger aneinander und ziehen sich halbkuglig zusammen, indem gleichzeitig der eigenthümliche Haarschopf eingezogen wird. Das mit breiter Fläche zusammengelagerte Paar nimmt schliesslich Kugelgestalt an und nun bildet sich eine beide Individuen gemeinsam umhüllende Cystenhaut.

Dass dieser Encystirungsprocess von Zygocystis cometa eine sogen. Pseudoconjugation darstelle, wie Schneider angibt, dass nämlich in seinem weiteren Verlaufe keine Verschmelzung der beiden Gregarinenkörper eintrete, sondern beide, durch eine Scheidewand getrennt, gesondert zur Sporulation schritten, halte ich für ganz unbewiesen. Wenigstens bieten die Stein'schen Angaben hierfür durchaus keinen Anhaltepunkt dar. Ich bin zwar keineswegs überzeugt, dass die von Stein als weitre Entwicklungszustände seiner Zygocystiscysten beschriebnen Cystenbildungen thatsächlich in den Entwicklungskreis dieser Art gehören, indem ich nämlich bis jetzt kein Mittel kenne, die Cysten des Regenwurmhodens specifisch zu unterscheiden und man bei ihrer Untersuchung geradezu in ein Labyrinth zu gerathen glaubt. Dagegen sind aber aus den Regenwurmhoden solche Pseudoconjugationsformen bis jetzt gar nicht bekannt.

Wie schon früher angedeutet wurde, liegen jedoch aus neuerer Zeit einige directe Beobachtungen über die mit Copulation sich vollziehende Encystirung gewisser Monocystideen vor. Giard (36) hat diesen Vorgang direct unter dem Mikroskop (bei allmählicher Eintrocknung des Präparats) an einer Monocystis aus dem Darm von Amaurocecium beobachtet. Im

Allgemeinen verlief derselbe ganz so, wie ihn Stein schon für die Zygocystis erschlossen hatte, nur erfolgte hier die Vereinigung der beiden sich encystirenden Thiere erst kurz vor Eintritt der Encystirung. Hierbei zeigte sich jedoch noch eine eigenthümliche Erscheinung, welche wir auch bei der Encystirung gewisser Polycystideen wiederfinden werden. Die copulirenden und sich zusammenkugelnden Thiere begannen nämlich bald anhaltend von links nach rechts zu rotiren. Dies dauerte etwa eine Stunde, worauf die Abkuglung sich völlig vollzogen hatte und die Ausscheidung der Cystenhülle erfolgte. In letzterer trat nach Schwinden der Kerne bald völlige Verschmelzung der beiden Individuen ein. Auch Hallez*) hat eine ähnliche Beobachtung bei der Monocystis der Planaria fusca gemacht; hier schienen jedoch die beiden conjugirten Thiere der Länge nach zusammengelagert und rotirten gleichfalls in einer bestimmten Richtung. Die Encystirung selbst wurde nicht beobachtet.

Bei den frühzeitiger Syzygien bildenden Polycystideen wurde die gemeinsame Encystirung der Paare gleichfalls in zwei Fällen ganz sicher beobachtet. Zunächst bei der schon von Stein verfolgten Clepsidrina polymorpha. Hier liess sich zwar dieEncystirung nicht direct unter dem Mikroskop Schritt für Schritt verfolgen, da man jedoch in geeigneten Fällen sämmtliche Uebergangsstufen von den zusammenhängenden Paaren bis zur ausgebildeten Cyste antrifft, so kann dennoch der Nachweis als sicher erbracht bezeichnet werden. Die beiden Thiere eines Paares verkürzen sich allmählich mehr und mehr, werden oval und schliesslich kuglig; die Protomerite flachen sich dabei natürlich ganz ab und die Grenze zwischen ihnen und den Deutomeriten scheint bald zu schwinden. Hierauf pressen sich beide Individuen dicht zusammen, so dass sie zusammen einen kugligen bis ellipsoidischen Körper bilden, um welchen nun die Ausscheidung der Cystenmembran erfolgt. Da sämmtliche jugendlichen, im Mitteldarm befindlichen Cysten die beiden Individuen noch deutlich gesondert wahrnehmen lassen, so darf hierin eine weitere Bestätigung der richtigen Deutung dieses Vorgangs erblickt werden.

Schritt für Schritt unter dem Mikroskop wurde jedoch derselbe Vorgang bei der Clepsidrina Blattarum verfolgt (T. 35. 2a—d). Hier verkürzen sich zunächst die beiden Individuen des sich zur Encystirung anschickenden Paares gleichfalls und werden etwas oval. Gleichzeitig ist die Syzygie sehr beweglich und kriecht lebhaft umher. Allmählich nehmen die Individuen eine etwas schiefe Stellung zu einander an und beginnen nun beständig in einem Kreis herumzukriechen, dessen Krümmung durch den Grad der Schiefstellung der beiden Individuen bestimmt wird (2a). Die Schiefstellung der beiden Individuen gegeneinander nimmt mehr und mehr zu und in dem Maasse, wie dies geschieht, legen sie sich mit den dadurch zur Berührung gebrachten gleichnamigen Längsseiten mehr und mehr aneinander (2b), bis sich schliesslich beide der Länge nach völlig zusammen-

*) Contrib. à l'hist. nat. des Turbellariés. 1879.

gelegt haben und nun einen nahezu kugligen Körper bilden, der noch beständig die frühere Drehbewegung ausführt und daher nach einer constanten Richtung rotirt.

Die zusammengekugelten Thiere sind nun so gelagert, dass ihre Protomerite, welche noch deutlich, wiewohl ganz abgeflacht sind, die entgegenstehenden Pole der Kugel einnehmen (2c). Jetzt beginnt die Ausscheidung der Cystenhülle innerhalb welcher die Rotation der conjugirten Individuen noch ziemlich lange fortdauert. Auch bei dieser Art spricht die Wahrnehmung, dass in sämmtlichen Cysten des Mitteldarms die beiden Thiere mit ihren Protomeriten noch deutlich beobachtet werden, dafür, dass hier die copulative Encystirung Regel ist.

Wie schon früher erwähnt wurde, hat man jedoch auch bei denjenigen Polycystideen, welche nicht frühzeitige Syzygien bilden, die Encystirung mit Copulation z. Th. beobachtet. Schon Stein führt ein solches Beispiel auf, nämlich seinen Stylorhynchus ovalis*). Hier sollen aber die beiden copulirenden Individuen ziemlich gleich gerichtet nebeneinander gelagert sein, sich allmählich abrunden und schliesslich gemeinsam encystiren. An einer andern Stelle hebt er jedoch hervor, dass sich die mit Haftapparat versehenen Gregarinen, nachdem sie diesen abgeworfen, gewöhnlich in der Weise conjugirten, dass sich zwei Individuen mittels der Köpfe innig aneinander schmiegten. Eine entsprechende Beobachtung will auch Schneider bei dem Stylorhynchus oblongatus gemacht haben, wo er nämlich häufig zwei mit den Protomeriten vereinigte Thiere traf und nicht zweifelt, dass die Cysten durch Copulation zweier Individuen ihren Ursprung nähmen. Diese Beobachtung, sowie die schon erwähnten Wahrnehmungen bei der Conjugation der Monocystideen mögen auch Schneider zu dem Ausspruch veranlasst haben: es sei ein Gesetz, dass die Copulation der Gregarinen stets mit den Vorderenden geschehe. Eine solche Regel lässt sich keineswegs als allgemein verbreitet erweisen und es scheint, dass Schneider wesentlich dieser vermeintlichen Regel zu Liebe, die gewöhnliche Syzygienbildung der Polycystideen nicht als solche gelten lassen wollte. Ein Gegenstück zu der Copulation des Stylorhynchus ovalis, die wir soeben auf Grund der Stein'schen Beobachtungen erwähnten, hat Schneider noch bei seiner Dufouria agilis auf dem Objectträger verfolgt. Hierbei legen sich die Thiere in gleichnamiger Richtung neben einander und kugeln sich ab (T. 35. 11a); es liegen also die beiden Protomerite, abweichend von dem, was wir bei der Clepsidrina Blattarum sahen, an einem Pol der Kugel nebeneinander. Ich bemerke noch nachträglich, dass ich einmal auch eine Cyste der letzteren Form beobachtet habe, welche dasselbe Verhalten zeigte, ich konnte jedoch die Entstehungsart derselben, im Gegensatz zu den gewöhnlichen, nicht sicher stellen.

*) Schneider hält den Stylorhynchus ovalis für eine Varietät der Clepsidrina polymorpha; ich glaube, dass diese Auffassung nicht begründet ist, sondern dass er sich von dieser, gleichfalls den Darm der Mehlkäferlarve bewohnenden Form specifisch wohl unterscheidet.

Indem wir nun nochmals einen Blick auf das seither über die Copulation und Encystirung der Gregarinen Mitgetheilte werfen, dürfen wir als Resultat unsrer Betrachtung zusammenfassend hervorheben: dass einmal die solitäre Encystirung sowohl für gewisse Mono- wie Polycystideen erwiesen ist, dass jedoch weiterhin eine ziemliche Zahl von Gregariniden aus beiden Abtheilungen copulative Encystirung aufweist. Für gewisse Polycystideen scheint letztere nach unsern heutigen Erfahrungen geradezu Regel zu sein. Inwiefern sich solitäre und copulative Encystirung bei einer und derselben Form gleichzeitig findet, ist eine heutzutage noch kaum näher berührte Frage. Die copulative Encystirung selbst verläuft aber entweder in der Weise, dass 1) die beiden Individuen sich mit ihren gleichnamigen Enden vereinigen und kuglig abrunden, oder 2) sich mit ihren Längsseiten zusammenlegen und ähnlich abrunden, wobei dann wieder entweder die beiden Exemplare sich in gleichgerichteter oder aber in umgekehrter Stellung befinden können.

Wie schon früher erwähnt wurde, schreibt van Beneden (32, 34) auch seiner Porospora gigantea solitäre Encystirung zu und erklärt sich die Entstehung der häufig zu beobachtenden Cysten, deren Inhalt aus zwei kugligen, anscheinend kernlosen Körpern besteht, wie frühere Forscher und Schneider durch eine nachträgliche Theilung der encystirten Gregarina. Seine Angaben über diesen Theilungsvorgang lauten so bestimmt, dass sich kaum ein Zweifel dagegen erheben lässt. Höchst merkwürdig erscheint jedoch nach Beneden's Schilderung das weitere Verhalten dieser Cysten mit getheiltem Inhalt und findet bis jetzt kein Analogon bei einer anderen Form. Nach ihm zerfällt allmählich die dicke ursprüngliche Cystenhülle und jedes Theilstück bildet eine neue Cystenhaut. Hiermit ist jedoch die Vermehrung der Cysten nicht abgeschlossen, es kann in gleicher Weise eine nochmalige Theilung der beiden Cysten zweiter Generation zu vier Cysten dritter Generation stattfinden (T. 36. 4b—d). Aus dem Zerfall der früheren Cystenhüllen soll eine durchsichtige Masse hervorgehen, welche sämmtliche, durch Theilung einer primären Cyste hervorgegangnen secundären einschliesse.

C. Gestalt der Cysten und Beschaffenheit der Cystenhüllen.

Die Gestalt der Cysten ist meist eine völlig kuglige, seltner, jedoch bei gewissen Formen regelmässig, eine ellipsoidische bis eiförmige. Die Grösse der Cysten ist selbst bei derselben Art ansehnlichen Schwankungen unterworfen, was hauptsächlich daher zu rühren scheint, dass die Encystirung auf ziemlich verschiedner Wachsthumsstufe einzutreten vermag.

Wie auch schon Schneider hervorhebt, scheint die Cystenhülle fast immer eine Neubildung durch Ausscheidung zu sein und sich nicht etwa, wie dies früherhin von Stein und auch noch von Giard für die Monocystideen dargestellt wurde, aus der ursprünglichen Cuticula herzuleiten. Mir machte es sogar den Eindruck, als wenn die Cuticula der sich encystirenden Paare von Clepsidrina Blattarum schon bei der Zusammen-

kuglung nicht mehr deutlich bemerkbar wäre, wogegen sich jedoch Stein bei der Cl. polymorpha noch nach vollzogner Encystirung von der Gegenwart der Cuticula an den beiden eingeschlossnen Individuen überzeugen konnte. Weiterhin lässt sich jedoch die allmähliche Ausscheidung der Cystenhülle unter dem Mikroskop direct verfolgen und für die besondre Natur der Cystenhülle spricht auch der Umstand, dass sie zuweilen durch eigenthümliche Sculpturverhältnisse ausgezeichnet ist. Bei der kleinen Adelea soll nach Schneider die Cystenhaut unterhalb der Cuticula abgeschieden werden.

Soweit bis jetzt bekannt, scheint die Cystenhaut der Monocystideen gewöhnlich eine einfache, nicht sehr dicke Membran zu sein. Doch lässt sich aus einigen Beobachtungen Lieberkühn's schliessen, dass sich bei den Monocystideen des Regenwurms unterhalb dieser ersten Hülle zuweilen noch eine zweite ausbilden kann*). Eine gallertige, äusserste Hüllschicht, wie sie sich bei zahlreichen Polycystideen findet, scheint bis jetzt unter den Monocystideen nur bei der Gattung Gamocystis beobachtet worden zu sein (34. 2b, g). Dagegen ist, wie gesagt, eine solche äussere gallertartige Hülle bei den Cysten der Polycystideen recht verbreitet und sie tritt, wie zu erwarten, und auch die Beobachtungen an Clepsidrina Blattarum direct erweisen, bei der Ausscheidung der Cystenhüllen zuerst auf. Diese Gallerthülle ist so durchsichtig, dass ihre äussere Grenze nur durch die anklebenden Fremdkörperchen bezeichnet wird. Besonders ansehnlich ist sie bei den Angehörigen der Gattungen Clepsidrina (35. 4), Bothriopsis, Dufouria und, wie schon erwähnt, auch bei der monocystiden Gamocystis. Jedoch bietet die Dicke dieser Schicht bei einer und derselben Art vielfache Variationen; so erreicht sie z. B. bei der Clepsidrina Blattarum häufig eine dem Durchmesser der Cyste entsprechende Dicke, ja z. Th. noch mehr, bleibt dagegen andrerseits zuweilen wieder sehr schmächtig, ja kann sogar gelegentlich gar nicht zur Ausbildung kommen. Bei einer Reihe von Polycystideen ist die Gallerthülle nach Schneider's Angaben stets sehr wenig entwickelt, so z. B. Actinocephalus und Pileocephalus, bei Stylorhynchus fehlt sie völlig. — Nach den Beobachtungen dieses Forschers zeigt sie zuweilen eine zarte, concentrische Streifung, also einen geschichteten Bau.

Ohne das eigentlich zu bezweifeln, glaube ich doch aus weiter unten noch genauer auszuführenden Gründen, dass hier zum Theil ein Irrthum vorwaltet, indem die Gallertschicht mit der gleich zu besprechenden eigentlichen Cystenhülle verwechselt wurde. Dies scheint mir z. B. sehr wahrscheinlich für die Cysten der Gatt. Echinocephalus, wo sich auf der Abbildung um die sogen. gestreifte Gallertschicht noch eine schwache durchsichtige Schicht dargestellt findet, welche ganz den Eindruck der eigentlichen Gallertschicht macht. Auch die bei Euspora erwähnte, gestreifte Gallertschicht scheint mir in ihrer Bedeutung etwas zweifelhaft.

*) Auch Waldenburg spricht von doppelten Hüllen der Regenwurmcysten, jedoch sind die Beobachtungen sehr wenig vertrauenerweckend. Die innre Hülle soll zuweilen kernhaltig sein, die äussre aus Zellen zusammengesetzt. (Siehe Nr. 63.)

Unterhalb dieser Gallertschicht, oder wo eine solche fehlt ohne weitere Bedeckung, kommt bei den Polycystideen die eigentliche Cystenhaut zur Ausbildung, eine mehr oder weniger dicke, scharf contourirte Membran, welche sich gewöhnlich durch starke Elasticität auszeichnet, indem sie sich bei Verletzungen häufig sehr stark contrahirt und durch diese Fähigkeit späterhin auch zur Entleerung des Cysteninhalts beiträgt (cf. der Figg., vergl. T. 35. 2d, 3, 4 etc.). Gegen das Eindringen von Wasser bietet diese Hülle den Cysten Schutz, da die Entwicklung im Wasser ungestört weiter schreitet. Ist diese eigentliche Cystenhülle dicker, so scheint sie gewöhnlich einen deutlich geschichteten Bau aufzuweisen, wie z. B. bei der Porospora gigantea (36. 4) und wahrscheinlich auch den oben erwähnten Gattungen Euspora und Echinocephalus. Bleibt sie dagegen dünner, wie meist bei den Cysten der Clepsidrina, so zeigt sie an den intacten Cysten von einem geschichteten Bau gewöhnlich nichts deutliches. Wird aber die Cystenhaut angerissen, so zieht sie sich unter Verdickung stark zusammen und der geschichtete Bau tritt nun auch hier sehr deutlich hervor (35. 4).

Aus den Angaben Schneider's scheint, wie bemerkt, hervorzugehen, dass er diese Verhältnisse nicht richtig aufgefasst hat; er betrachtet nämlich die zusammengezogne und nun stark verdickte, concentrisch gestreifte eigentliche Cystenhülle als die contrahirte Gallertschicht auf; dass letztere Auffassung jedoch nicht zutrifft, ergibt sich sofort daraus, dass diese Umbildung der eigentlichen Cystenhülle durch Zusammenziehung auch dann eintritt, wenn eine Gallerthülle, wie dies zuweilen der Fall ist, völlig fehlt.

Besondre Sculpturverhältnisse der eigentlichen Cystenhülle sind bis jetzt nur von der Gattung Stylorhynchus bekannt; hier ist die Aussenfläche derselben entweder mit kleinen Tuberkeln besetzt oder zeigt eine retikuläre Zeichnung, welche von dicht gedrängten kleinen und vertieften Areolen hervorgerufen wird (37. 4 u. 5).

Ausser der eben näher beschriebnen Cystenhülle soll nach Schneider bei Clepsidrina und zahlreichen weiteren Geschlechtern noch eine zweite, innere existiren. Bei Clepsidrina findet sich thatsächlich noch eine solche innerste zarte Hülle, welche die später zu betrachtenden Sporoducte trägt und daher erst bei deren Besprechung genauer geschildert werden soll. Eine genauere Darstellung dieser zweiten Hülle fehlt bei Schneider, so dass sich auch nicht näher angeben lässt, wie sie sich bei denjenigen Geschlechtern verhalten mag, die keine Sporoducte erzeugen.

Nur bei der Clepsidrina ovata hat Schneider (38) die Bildung einer zweiten Hülle genauer geschildert, welche hier jedoch nichts mit den Sporoducten zu thun haben soll. Nach Bildung dieser zweiten Hülle soll sich die erstentwickelte auflösen oder doch sehr undeutlich werden. Im Verlaufe der weiteren Entwicklung der Cyste nimmt diese neue Hülle ein eigenthümlich retikuläres Aussehen an und soll schliesslich gewöhnlich auch zu Grunde gehen. Die Sporoducte sollen hier von einer dritten innersten nachträglich gebildeten Hülle ausgehen. Ich möchte vermuthen, dass diese Darstellung nicht dem wahren Sachverhalt entspricht, da Schneider über diese Verhältnisse zu damaliger Zeit (so z. B. über die Bildung der Sporoducte) noch sehr im Unklaren war.

Die soeben besprochnen Encystirungsprocesse verliefen sicher oder doch sehr wahrscheinlich mit Copulation. Interessanter Weise liegen jedoch einige Beobachtungen vor, welche es sehr wahrscheinlich machen,

dass die beiden Individuen einer Syzygie trotz gemeinsamer Encystirung der letzteren, zuweilen nicht mit einander verschmelzen, sondern getrennt sporuliren. Man begegnet nämlich zuweilen Cysten von Monocystideen mit zwei eingeschlossnen Gregarinenindividuen, die sonder Zweifel aus der Encystirung einer Syzygie hervorgegangen sind, in welchen die beiden Individuen durch eine die Cyste mitten durchziehende Scheidewand getrennt sind (T. 34. 8a—e).

Jedes der beiden Individuen bildet hierauf seine Sporen gesondert von denen des andern, nur gegen Ende des Sporenbildungsprocesses soll nach Schneider die Scheidewand zuweilen einreissen, worauf sich die Sporen beider Individuen vermischen. Einen hierhergehörigen Fall hat schon Kölliker bei seiner Monocystis Saenuridis geschildert und abgebildet (s. T. 34. 8).

Schneider, welcher gleichfalls solche Cysten beobachtet zu haben scheint, bezeichnet den Vorgang als Pseudoconjugation. Auch von Vedjovsky (Beiträge zur vergl. Morphologie der Anneliden, Prag 1879) wurde ein Fall von Pseudoconjugation bei seiner Gonospora Pachydrili beschrieben.

Jedenfalls besitzt diese Erscheinung ein hohes Interesse, wenn mir auch zur Zeit nicht ausgemacht erscheint, ob zwischen den beiden Individuen der sich encystirenden Syzygie nicht doch ein vorübergehender conjugativer Zusammenhang und Austausch stattfindet, welcher für die Sporulation von Bedeutung ist.

D. Die Sporulation (Bildung der Sporen).

Sporenbildung wurde bis jetzt mit Sicherheit nur bei encystirten Gregariniden beobachtet. Es liegen zwar einige Angaben vor über gelegentliche Sporulation im Innern nicht encystirter Formen; bis jetzt genügen dieselben jedoch meiner Ansicht nach nicht, um diesen Vorgang ausser Zweifel zu stellen. So will Claparède (28) in einer nicht encystirten Monocystis aus Phyllodoce zahlreiche Sporen beobachtet haben, doch halte ich es bis jetzt für nicht hinreichend erwiesen, dass die im Entoplasma dieser Gregarine beobachteten länglichen Körperchen mit einseitiger mittlerer Anschwellung wirklich Sporen waren (T. 34. 12a u. b). Lieberkühn (30) fand 1865 in Regenwürmern Ballen von nicht in Cysten eingeschlossnen Sporen und kam deshalb gleichfalls zur Ansicht, dass die Sporulation auch im nicht encystirten Zustand geschehen könne; endlich glaubte sich Gabriel (46) überzeugt zu haben, dass die Sporenbildung einer Gregarine aus Julus sabulosus (? Stenocephalus Juli Schnd.) ohne Encystirung vor sich gehe.

Bei den Monocystideen vollzieht sich die Weiterentwicklung der Cysten häufig im Innern des Parasitenkörpers, am Orte ihrer Bildung. So im Hoden oder in der Leibeshöhle bei den Monocystideen der Regenwürmer, dasselbe gilt für die Cysten des Tubifexhodens, die Gattung Adelea und zahlreiche Coccidien. Andrerseits dürfte jedoch auch bei zahlreichen

Monocystideen der Verdauungsorgane, ähnlich wie dies für die meisten Polycystideen der Fall zu sein scheint, die Weiterentwicklung der Cyste erst nach ihrer Entleerung mit dem Kothe des Parasitenträgers erfolgen.

Es kommt jedoch, wenn auch nur selten, bei den Polycystideen der Insecten vor, dass die Cysten ihre Weiterentwicklung bis zur Reife im Darm des Parasitenträgers durchlaufen; v. Siebold beschrieb diesen Fall von der Gregarine einer Sciaralarve, Stein von der Gregarina Reduvii des Reduvius personatus. Im ersteren Fall wurden sogar freie Pseudonavicellen (Sporen) massenhaft in dem Darm angetroffen. Da sich die entleerten Cysten in feuchtem Koth oder im Wasser weiterentwickeln, so wird auch wohl ihrer Reifung und schliesslichen Entleerung im Insectendarm nichts im Wege stehen, wenn ihre Abfuhr durch irgendwelche Umstände verzögert wurde. Eine normale Weiterentwicklung der Polycystideencysten im Darm ihres Parasitenträgers wird möglicherweise bei der Porospora gigantea des Hummers gefunden, da sich die Cysten hier unterhalb der Darmcuticula finden; ihre Weiterentwicklung an diesem Ort ist jedoch bis jetzt noch nicht verfolgt worden.

Die Vorgänge der Sporenbildung in den Gregarinencysten bieten trotz zahlreicher einschlägiger Untersuchungen noch so viel des Unklaren dar, dass es schwer fällt, davon ein kurzes und präcises Bild zu entwerfen. Solitäre oder copulative Encystirung scheint hierbei keine wesentlichen Unterschiede hervorzurufen, jedoch dürften hierüber erst genauere Aufschlüsse von zukünftigen Untersuchungen zu erwarten sein.

Allgemein sicher gestellt erscheint zunächst, dass kurze Zeit nach vollzogner Encystirung (und dies bei beiden Arten dieses Vorgangs), der Kern (resp. die beiden Kerne der Copulanten) sehr undeutlich wird, sich schliesslich dem beobachtenden Auge ganz entzieht, und nach Zerquetschen der Cysten in dem ausgebreiteten Cysteninhalt nicht mehr aufgefunden wurde. Wesentliche Umbildungen lassen sich nach der Encystirung schon an den noch vorhandnen Kernen z. Th. constatiren, da dieselben bei Clepsidrina Blattarum die Nucleoli ganz verloren haben und auch an Grösse reducirt erscheinen.

Aus diesen Wahrnehmungen ist seither allgemein der Schluss gezogen worden, dass die Kerne nach der Encystirung durch Auflösung völlig zu Grunde gehen. Inwiefern jedoch diese Ansicht nach den heutigen Ansichten über die Nuclei und ihre Bedeutung noch gerechtfertigt erscheint, werden erst erneute Untersuchungen der undurchsichtigen Gregarinencysten lehren können. Die Möglichkeit einer Fortexistenz der Kerne liegt um so näher, da es wenigstens bei einer Form bis jetzt geglückt ist, auf späteren Entwicklungsstufen der Cysten zahlreiche Kerne im Cysteninhalt aufzufinden.

Hinsichtlich der Entwicklungsprocesse der Sporen oder Pseudonavicellen sind nicht weniger wie drei verschiedne Modi allmählich nachzuweisen versucht worden, ja diese drei Bildungsweisen sollten sich sogar bei einer und derselben Form gleichzeitig vorfinden.

Zunächst muss hervorgehoben werden, dass alle Beobachter der sogen. copulativen Encystirung die Ansicht aussprachen, dass die beiden zusammen encystirten Gregarinenleiber sehr frühzeitig, schon kurze Zeit nach vollzogner Encystirung und bevor die Bildung der Sporen eingetreten sei, mit einander völlig verschmölzen. Dieses ist nun keineswegs immer der Fall, sondern die Sporenbildung tritt z. Th. schon zu einer Zeit ein, wo die beiden Individuen noch nicht verschmolzen sind. Die

früheste Ansicht über die Hervorbildung der Sporen aus dem encystirten Gregarinenleib wurde wohl von Kölliker ausgesprochen, welcher auf Grund seiner Beobachtungen an den Cysten von Monocystis Saenuridis vermuthete, dass sie wohl durch einen der Eifurchung ähnlichen Vorgang entstünden. Dieselbe Ansicht hat dann Bruch für die Cysten des Regenwurmhodens geltend zu machen versucht.

Kölliker's Beobachtung ist für unsre Frage wenig beweisend, er sah nur bei gewissen Cysten den früher ungetheilten Inhalt zu einer grösseren Anzahl körniger Kugeln zerfallen (34. 8c), während bei andern eine noch grössere Zahl runder jugendlicher Pseudonavicellen vorhanden war (8d). Wie jedoch dieser Zerfall sich vollziehe, ob durch successive oder durch simultane Theilung und ob namentlich zwischen den jugendlichen Pseudonavicellen sich nicht vielleicht noch ein Rest unzerfallenen Cysteninhalts befand, lässt sich aus seinen Beobachtungen durchaus nicht entnehmen. Nach Bruch soll sich ein etwas unregelmässiger Furchungsprocess am Inhalt der Monocystiscyste, der nach ihm, da er aus einem einfachen Thier hervorging, zunächst einheitlich ist, vollziehen. Man treffe zunächst Cysten mit zweigetheiltem Inhalt, dann solche mit mehrgetheiltem und schliesslich solche mit 30 und mehr kugligen und isolirten Körnerhaufen. Wenn diese Zerfallsproducte eine gewisse Kleinheit erreicht haben, soll das Ganze wieder ziemlich „homogen" aussehen, sich an den Rändern aufhellen und nun eine Menge runder, feinkörniger Bläschen in sich entwickeln, welche sich schliesslich auf Kosten der Körnermasse zu den Sporen entwickeln.

Auch Lieberkühn glaubt diesen Modus der Sporulation bei derselben Form bestätigt zu haben, seine Ausdrucksweise ist jedoch zu charakteristisch, als dass wir dieselbe hier nicht wörtlich anführen sollten; er bemerkt nämlich, nachdem er diesen Process mit wenig Worten erwähnt hat: „ainsi il n'y a rien à dire contre l'opinion que par la division continue des Grégarines se forment finalement les psorospermies." Vergeblich sucht man jedoch sowohl bei Bruch wie bei Lieberkühn nach einem sichern Nachweis dieses Furchungsprocesses. Ganz abgesehen davon, dass nicht einmal ein Theilungsact direct beobachtet wurde, ist namentlich beim Studium der Lieberkühn'schen Abbildungen sehr auffallend, dass nicht eine derselben einen Zustand darstellt, wo mehr wie zwei Zerfallskugeln vorhanden wären, ohne dass gleichzeitig schon jugendliche oder auch ausgebildete Pseudonavicellen anwesend sind. Solche Zustände müssten doch recht häufig sein, wenn sich die Entwicklung in der beschriebnen Weise vollziehen würde.

Die so bestimmten Angaben Bruch's lassen sich jedoch vielleicht in der Weise erklären, dass er, bei schwachen Vergrösserungen untersuchend, die in den Cysten schon anwesenden Pseudonavicellen übersehen hat.

Einen zweiten Modus der Pseudonavicellenbildung scheint sich Lieberkühn in der Weise vorzustellen, dass sich einzelne der körnigen Zerfallshaufen durch Verlust ihrer Körner aufhellen und nun in ihrem Innern Pseudonavicellen zur Entwicklung bringen. Ich muss gestehen, dass mir dieser Modus höchst unwahrscheinlich und unbewiesen erscheint.

Wir gelangen nun zu dem dritten Modus, welcher zuerst von Lieberkühn sicher erwiesen wurde, der sich jedoch auch mit den Stein'schen

Angaben über die Entwicklung der Regenwurmcysten in Einklang bringen lässt. Dieser Modus besteht nämlich darin, dass an der Oberfläche der beiden Körnerkugeln, welche gewöhnlich in den jugendlichen Cysten getroffen werden, allseitig helle protoplasmatische Tropfen hervorsprossen (sogen. Sporoblasten Schn.), die sich schliesslich ablösen und nun kleine kuglige Plasmakörper darstellen, welche sich weiterhin zu den Pseudonavicellen entwickeln (33.4b—c). Eine solche Knospung jugendlicher Pseudonavicellen kann entweder gleichzeitig an beiden Kugeln vor sich gehen oder zuerst an der einen, später erst an der anderen. Nach Lieberkühn sollen sich nun die so gebildeten Sporoblasten auf Kosten der körnigen Binnenkugeln noch vermehren können und schliesslich soll man auch Cysten finden, in welchen die Reste des körnigen Gregarinenkörpers gänzlich geschwunden sind. Der letzterwähnte Bildungsvorgang der Sporoblasten, welcher auch durch die Beobachtungen von A. Schmidt und R. Lankester bestätigt wurde, scheint mir nun bis jetzt allein für die Monocystiden des Regenwurms wirklich sichergestellt zu sein.

Hierbei erhebt sich jedoch noch die Frage nach der Herkunft jener zwei körnigen Kugeln, welche sich so gewöhnlich in den jugendlichen Cysten finden. Nach Bruch und Lieberkühn sollen dieselben wahrscheinlich durch eine erstmalige Theilung des encystirten Gregarinenleibs entstanden sein. Mit Stein's Angaben harmoniren sie auch nicht recht, da er die sich copulirenden Thiere noch vor der Erzeugung der Pseudonavicellen verschmelzen lässt. Ohne hier entscheiden zu wollen, ob diese Kugeln durch Theilung einer solitär encystirten Gregarine oder eines copulirten Paares hervorgegangen sind, oder ob sie endlich zwei noch nicht verschmolzne, copulirte Thiere darstellen, glaube ich doch hervorheben zu müssen, dass ich die letztere Ansicht für die wahrscheinlichste halte und dies hauptsächlich deshalb, weil ein wirklicher Theilungsact noch gar nie beobachtet wurde. Weiterhin jedoch auch deshalb, weil wir auch bei den Polycystideen z. Th. die Pseudonavicellen vor vollendeter Copulation hervorknospen sehen werden.

Nach dem soeben Erörterten dürfen wir uns von dem wahrscheinlichen Verlauf der Sporulation bei den Monocystideen des Regenwurms etwa folgende Vorstellung machen. Die Sporulation geschieht dadurch, dass auf der Oberfläche des solitär encystirten oder der beiden noch nicht verschmolznen copulativ encystirten Thiere helle plasmatische Zellen hervorknospen, welche sich schliesslich ablösen und frei werden und nun gewöhnlich in einer Schicht peripherisch unterhalb der Cystenhülle angeordnet sind. Der bei der Sporulation unverbrauchte körnige Rest des oder der Gregarinenkörper zerfällt nun in eine wechselnde Zahl verschieden grosser kugliger oder unregelmässig gestalteter Körper, vielleicht nachdem vorher eine Verschmelzung der beiden Körper (bei copulativer Encystirung) stattgefunden hat (33. 4d—e). Diese Reste der ursprünglichen Gregarinenkörper haben keine weitere Bedeutung, wie es scheint. In ihrem Innern treten gewöhnlich mehr oder minder ansehnliche Vacuolen auf und häufig sieht man von ihrer Oberfläche protoplasmatische Fadennetze entspringen, welche das Innere der Cyste bis zu deren Wänden durchsetzen (33.4f). Da diese Körper im Allgemeinen den Eindruck machen, als seien sie zum allmählichen Untergang bestimmt, so scheint es auch nicht unwahrscheinlich, dass sie zuweilen vollständig zerstört werden.

Wie im Obigen schon mehrfach angedeutet wurde, soll durch diese Schilderung keineswegs der letztbeschriebne Modus, als der bei den Monocysten der Regenwürmer alleinherrschende, hingestellt werden. Möglich, dass auch ein Sporulationsprocess durch fortgesetzte oder simultane Theilung des ganzen Cysteninhalts sich findet, was nicht unglaublich erscheint, da man auf Cysten trifft, die dicht und gänzlich mit Pseudonavicellen angefüllt scheinen; bis jetzt kann ich jedoch nur den letztgeschilderten Modus als einigermaassen sichergestellt anerkennen. Es darf jedoch andrerseits auch als sicher betrachtet werden, dass bei einer ziemlichen Zahl Gregarinengeschlechter, und zwar sowohl Monocystideen wie Polycystideen, der ganze Cysteninhalt zur Bildung der Sporen verbraucht wird, sich also ein vollständiger Zerfall zu Sporoblasten findet. Schneider wenigstens schreibt eine solche „complete Sporulation", wie er sich ausdrückt, nicht weniger als neun der von ihm beschriebnen Geschlechter zu (zwei Monocystideen und sieben Polycystideen), weiterhin scheint aber dieser Process der Sporulation auch bei den Coccidien durchaus zu herrschen. Es ist daher sehr zu bedauern, dass wir bis jetzt nicht von einer einzigen Form mit completer Sporulation über das Nähere des Sporenbildungsprocesses unterrichtet sind. Schneider erwähnt diesen Vorgang der completen Sporulation in seiner allgemeinen Darstellung mit keinem Wort und gibt ebensowenig bei der Specialbeschreibung ein Bild davon. Auch diejenigen Sporulationsprocesse, welche seine Untersuchungen genauer kennen gelehrt haben, sind durchaus Knospungsprocesse, bei welchen der grössre Theil des encystirten Leibes nicht in den Sporenbildungsprocess eingeht. Es sind die Gattungen Stylorhynchus, Clepsidrina, Gamocystis und Euspora, von denen wir etwas Näheres über diesen Vorgang erfahren haben. Bei diesen Formen (speciell Stylorhynchus und Clepsidrina) soll sich nach Schneider der Cysteninhalt zunächst in zwei gleich grosse Halbkugeln theilen, welche nach einiger Zeit wieder mit einander verschmelzen, worauf die Sporulation beginne. Diesen Vorgang halte ich für unwahrscheinlich. Einmal hat Schneider, wie mir scheint, den Theilungsact selbst nie gesehen, sondern nur erschlossen, andrerseits muss ich mit Bestimmtheit behaupten, dass wenigstens für Clepsidrina polymorpha und Blattarum beide Halbkugeln nicht einem Theilungsact ihre Entstehung verdanken, sondern die beiden copulativ encystirten Individuen eines Paares sind. Die genaue Verfolgung des Entwicklungsgangs der Cysten von Clepsidrina Blattarum lässt durchaus nichts von einem solchen Theilungsact wahrnehmen. Da Schneider weiterhin auch für Stylorhynchus die copulative Encystirung sehr wahrscheinlich gemacht hat, möchte ich auch bei dieser Form die beiden Halbkugeln in gleicher Weise deuten.

Wie gesagt, erfolgt nach Schneider die Knospung der Sporen bei den obenerwähnten Gattungen nach der Verschmelzung beider Halbkugeln, also wie wir es auffassen, nach vollzogner Copulation. Auch dieser Vorgang ist wenigstens für die Clepsidrina Blattarum nicht richtig, da bei

dieser die Knospung schon an der Oberfläche der noch nicht verschmolznen beiden Individuen eintritt, wobei wir es zunächst unentschieden lassen müssen, inwiefern vielleicht schon eine theilweise Vereinigung auf der Berührungsfläche derselben stattgefunden hat. Jedenfalls ist bei dieser Form die Trennungslinie der beiden Individuen während des Sporulationsactes noch deutlich sichtbar.

Die Knospung geschieht bei Stylorhynchus ähnlich wie bei der Monocystis des Regenwurms, indem die jugendlichen Sporen als helle durchsichtige Plasmaperlen von der Oberfläche hervorsprossen (37.3b). Bei Clepsidrina, Euspora und Gamocystis dagegen scheinen die Sporoblasten von Anfang an dicht gedrängt hervorzusprossen, so dass sie eine cylinderepithelartige Schicht auf der Oberfläche des Cysteninhalts bilden (35. 3). Von der Fläche betrachtet erscheint diese Sporoblastenschicht mosaikartig (nach Schneider), oder etwa wie ein aus sehr kleinen Zellen bestehendes Blastoderm. Jedenfalls dürfte sich auch der ganze Process der Sporenbildung dem der Blastodermbildung bei den Insecten am nächsten vergleichen lassen. Ob sich hierbei, wie Schneider will, ursprünglich eine Protoplasmaschicht auf der Oberfläche findet, welche gleichzeitig in ihrer ganzen Ausdehnung in die Sporoblasten zerfällt, oder ob diese mehr allmählich entstehen und sich erst später mehr zusammendrängen, halte ich noch für unentschieden. — Von grössrer Wichtigkeit ist aber, dass sich bei Clepsidrina Blattarum im oberflächlichen Plasma des Cysteninhalts, kurz vor Eintritt der Sporulation, eine grosse Anzahl kleiner Kerne nachweisen lässt und dass auch die Sporoblasten dieser Form einen deutlichen kleinen Zellkern besitzen.

Ein sehr eigenthümliches Verhalten zeigt sich bei der Gattung Stylorhynchus nach dem Hervorsprossen der Sporoblasten. Diese letzteren sind ursprünglich kleine, sphärische Plasmakörper; sehr bald strecken sie sich jedoch in die Länge, werden spindelförmig und beginnen nun lebhafte Contractionsbewegungen auszuführen, indem sie sich abwechselnd verkürzen und wieder strecken, gleichzeitig bewegen sie sich aber auch oscillirend, indem ihr inneres Ende sich auf die Oberfläche des Cysteninhalts stützt, das nach aussen gerichtete dagegen frei hin und herschwingt (37. 3c). Dies Verhalten der Sporen ruft das Bild einer wimmelnden Durcheinanderbewegung derselben hervor. Nur bei der erwähnten Gattung ist diese Erscheinung bis jetzt beobachtet worden.

Kurz nach Entwicklung der Sporoblasten erfolgt bei Clepsidrina (wenigstens Cl. Blattarum) die völlige Verschmelzung der beiden bei der Sporulation nicht verbrauchten Reste der copulirenden Individuen und nun tritt eine Wanderung der Sporen ein, welche in dieser Gattung allgemein vorzukommen scheint, da sie auch Schneider bei den von ihm untersuchten Clepsidrinen beobachtete. Die Sporen ziehen sich nämlich von der Oberfläche in das Innre des bei der Verschmelzung entstandnen körnigen Cysteninhalts zurück, in dessen Centrum sie sich zu einem Haufen ansammeln (35. 2e). Damit klärt sich denn auch das Centrum beträchtlich auf, da die Sporen ja aus ganz durchsichtigem Protoplasma

bestehen. In welcher Weise diese Wanderung sich vollzieht, ob namentlich die Sporen hierbei durch active Beweglichkeit mitwirken, konnte bis jetzt noch nicht festgestellt werden.

Bevor wir zur Betrachtung der weiteren Ausbildung und des Baues der reifen Sporen oder Pseudonavicellen übergehen, empfiehlt es sich, zunächst die eigenthümlichen Einrichtungen kennen zu lernen, welche sich bei gewissen Formen entwickeln, um die Oeffnung der reifen Cysten und die Ausstreuung der Sporen zu bewirken oder doch zu unterstützen. Derartige Einrichtungen zur Ausstreuung der Sporen sind bis jetzt nur bei einer Monocystidee und zwei Polycystideengattungen aufgefunden worden. Bei den übrigen Formen geschieht die Eröffnung der Cysten durch einfache Sprengung der Hüllen und Hervortritt des Inhalts. Bei einigen Gattungen wenigstens wird hierbei ohne Zweifel die sehr elastische und stark gedehnte, eigentliche Cystenhülle durch ihre nach dem Einreissen erfolgende starke Contraction zur Austreibung des Inhalts beitragen.

Schneider glaubt das Aufspringen der Cysten in diesen Fällen auf eine allmähliche Volumzunahme des Cysteninhalts zurückführen zu müssen und bezieht sich dabei auch auf Stein, welcher schon vor langer Zeit angab, dass das Aufspringen durch die Auflösung des bei der Sporulation nicht verwendeten Cysteninhalts unterstützt werde; dabei ist jedoch nur nicht recht abzusehen, wie ein solcher Vorgang bei den Formen mit sogen. completer Sporulation zu Stande kommen soll, da sich ja hier, wenn wir anders Schneider recht verstehen, kein auflösbarer Rückstand des Cysteninhalts mehr findet. Schneider glaubt ferner, dass die durchsichtige Gallertschicht zahlreicher Cysten bei der Eröffnung und der Austreibung des Inhalts vielleicht betheiligt sei. Bringe man diese Gallertschicht in Berührung mit etwas Essigsäure, so spränge die Cyste stets auf. Die Gallertschicht ziehe sich hierauf stark zusammen, verdichte sich zu einer concentrisch gestreiften Hülle und helfe derart den Cysteninhalt austreiben. Wir mussten schon bei früherer Gelegenheit hervorheben, dass nach unsrer Ansicht diese concentrisch gestreifte Hülle nicht durch Zusammenziehung der Gallertschicht, sondern der eigentlichen Cystenhülle hervorgehe.

In zahlreichen Fällen mag jedoch auch keinerlei besondre Einrichtung zur Eröffnung der Cysten vorhanden sein, sondern die Oeffnung mehr zufällig, manchmal vielleicht erst nach Wiederaufnahme der Cyste durch einen andern Parasitenträger erfolgen. Bei den Monocystideencysten des Regenwurms wenigstens scheinen die Cysten keine Neigung zum Aufspringen zu besitzen.

Die eigenthümlichen Einrichtungen nun aber, welche bei gewissen Geschlechtern zur Eröffnung der Cysten und zur Ausstreuung der Sporen dienen, sind von zweierlei Art. Bei der Gattung Stylorhynchus umhüllt sich der nicht zur Sporulation verwendete Cysteninhalt mit einer zarten, allseitig geschlossnen Membran und wird so zu einer inneren sogen. Pseudocyste, zwischen welcher und der eigentlichen Cystenwand sich die Sporen angehäuft finden (37. 3d, pc). Indem diese Pseudocyste allmählich an Volum wächst, sprengt sie schliesslich die eigentliche Cystenhülle und dient so zur Eröffnung und Ausstreuung der Sporen.

Bei weitem interessanter ist die Bildung der sogen. Sporoducte, welche bei den Gattungen Clepsidrina und Gamocystis vorkommen. Schon im Jahre

1848 scheint Stein diese Sporoducte an geöffneten Cysten der Clepsidrina polymorpha beobachtet zu haben; sehr kenntlich bildete er sie jedoch 1857*) ab und beschrieb sie als strangförmige Fortsätze des Cysteninhalts, welche die Cystenhaut durchbohrt hätten und durch welche die Sporen nach Aussen träten. Erst im Jahre 1873 wurde jedoch dieser eigenthümliche Apparat von A. Schneider bei der Clepsidrina ovata wiederentdeckt und genauer studirt, später dann noch bei weiteren Arten verfolgt und auch bei einer Monocystide, dem Gamocystis, in ganz entsprechender Ausbildung angetroffen. Indem wir zur genaueren Schilderung dieser Sporoducte und ihrer Bildung übergehen, wollen wir die Verhältnisse bei Clepsidrina Blattarum zu Grunde legen, welche ich selbst zu studiren Gelegenheit hatte.

Sehr frühzeitig, schon vor dem Hervorknospen der Sporen und vor dem Verschmelzen der beiden copulirenden Individuen erkennt man unter der eigentlichen Cystenhülle das Vorhandensein einer innersten, dem Cysteninhalt, wie es scheint, dicht aufliegenden, zarten Hülle, welche deshalb von besondrer Wichtigkeit ist, weil die sich später bildenden Sporoducte mit ihr in Verbindung treten und dann als Anhänge, resp. Fortsätze derselben erscheinen.

Die ersten Spuren der Sporoducte selbst finden sich einige Zeit nach der Verschmelzung des Cysteninhalts zu einer einheitlichen Masse und nachdem sich die Sporoblasten in das Centrum dieser Masse zurückgezogen haben. Man erblickt dann in der peripherischen körnigen Masse des Cysteninhalts eine, je nach der Grösse der Cysten verschiedne Zahl heller rundlicher Flecke, welche von reinem, nichtkörnigem Plasma gebildet werden (35. 2e). Diese Flecke sind aber nicht nur oberflächliche Gebilde, sondern jeder entspricht einer radial gerichteten Portion hellen Plasmas, die sich von dem centralen Sporenhaufen bis zur Oberfläche des Cysteninhalts erstreckt. In der Axe jedes dieser hellen Plasmastreifen tritt nun schon deutlich ein zartes Röhrchen hervor, über dessen erste Entstehung sich nichts Näheres ermitteln liess. Das peripherische Ende dieses Röhrchens, des Sporoducts, ist von einer feinkörnigen plasmatischen Masse umlagert, von der aus sich ein plasmatisches Fadennetz in die umgebende körnige Masse verfolgen lässt, und derartige Plasmanetze treten auch im weiteren Verlauf des jugendlichen Sporoducts an ihn heran und umspinnen ihn mit einem zarten Plasmaschlauch, der ohne Zweifel die Abscheidung oder Bildung des Sporoducts bewerkstelligt. Schon sehr frühzeitig tritt der Sporoduct mit der Sporoductenhaut in Verbindung und erscheint dann wie eine röhrenförmige Einstülpung desselben ins Innre des Cysteninhalts. Ursprünglich noch weniger resistent, erlangen die Sporoducte bald eine grössre Resistenz, so dass sie wie die Sporoductenhaut der Einwirkung von Kalilauge widerstehen und mit Hülfe dieses Reagens sehr deutlich gemacht werden können, da dasselbe die Körner des Cysteninhalts auflöst.

*) J. V. Carus, Icones zootomicae 1857. Taf. I. Fig. 5.

Die Zahl der sich bildenden Sporoducte ist sehr verschieden und scheint mit der Grösse der Cysten ziemlich regelmässig zuzunehmen. Bei der Clepsidrina Blattarum schwankt ihre Zahl etwa zwischen 4—12.

Die Art und Weise, wie diese Sporoducte nun bei der Emission der Sporen in Wirksamkeit treten, ist die, dass sich, an Stelle eines Aufreissens der Cystenhülle, die Sporoducte plötzlich nach Aussen umstülpen, indem sie die eigentliche Cystenhülle und die Gallertschicht durchbohren (34. 2b; 35. 4). Je nach der sehr verschiednen Dicke, welche diese letztere erreicht, sind sie nach ihrer Ausstülpung in die Gallertschicht eingeschlossen oder ragen über dieselbe noch frei hinaus. Länge und Zahl der Sporoducte scheint bei den verschiednen Arten gewissen Verschiedenheiten unterworfen zu sein. An den hervorgestülpten Sporoducten der Clepsidrina Blattarum erkennt man noch eine eigenthümliche Bildung recht deutlich, welche in unausgestülptem Zustand nicht wohl zu bemerken war (35. 6). Ihr basaler Abschnitt ist nämlich anscheinend verdickt und zu einem besonderen Basalglied angeschwollen, auf welches ein langes, röhrenförmiges Endglied folgt. Genauere Beobachtung lehrt jedoch, dass diese scheinbare Anschwellung aus einer mehr oder weniger unregelmässigen Anhäufung einer grobkörnig-fasrigen Masse um den basalen Abschnitt des Sporoducts besteht. Bei andern Clepsidrina-Arten soll dieses scheinbare Basalglied noch viel deutlicher sein und namentlich auch schon an dem unausgestülpten Sporoduct sehr bemerkbar hervortreten. Speciell bei Clepsidrina Munieri ist es sehr kenntlich, da es noch durch eine rothe bis braune Färbung hervorsticht. Ueber die Entstehungsweise dieses scheinbaren Basalgliedes bei Clepsidrina Blattarum dürfte schwer etwas Sicheres anzugeben sein. Wahrscheinlich wird es von einer Masse gebildet, die bei der Hervorstülpung der Sporoducte zunächst ausgepresst wird, einer Masse, welche sich vielleicht schon innerhalb der unausgestülpten Sporoducte vorfand.

Nachdem durch die Hervorstülpung einiger oder sämmtlicher Sporoducte (häufig geschieht dieselbe nämlich nur theilweise) ein Weg zum Austritt der Sporenmasse geschaffen wurde, scheint deren Austreten nun einfach durch den Druck der sich contrahirenden eigentlichen Cystenhülle stattzufinden. Dabei kommt jedoch (wenigstens bei der Clepsidrina Blattarum) noch eine eigenthümliche Einrichtung zur Geltung, welche vermittelt, dass die central angehäuften Sporen zu den Sporoducten hingeleitet werden. Als solche Leitbahnen functioniren nämlich die schon oben erwähnten plasmatischen Schläuche, in deren Innerem die Sporoducte sich bildeten (35. 4, s).

Zuweilen verläuft aber auch die Eröffnung der Clepsidrinencysten (Cl. Blattarum) etwas anders. Es reisst nämlich nicht selten die eigentliche Cystenhülle ein und treibt durch ihre Zusammenziehung den gesammten Cysteninhalt, in der Sporoductenhaut eingeschlossen, heraus, wobei dann gleichzeitig die Sporoducte theilweis oder vollständig zur Ausstülpung gelangen. Ausser bei Clepsidrina fand sich, wie bemerkt,

diese Sporoductenbildung bis jetzt nur bei der zu den Monocystideen gehörigen Gattung Gamocystis; eine jedenfalls vorerst sehr merkwürdige Vertheilung dieser Einrichtung.

E. Weitere Ausbildung und Bau der reifen Sporen.

Als reif bezeichnen wir diejenige Ausbildungsstufe der Sporen, auf welcher sie eine wohlentwickelte Hülle von charakteristischer Gestalt besitzen, der plasmatische Sporenkörper jedoch noch keinerlei tiefere Umbildung, mit Ausnahme etwa einer Condensation, erfahren hat. Wir verliessen die jugendlichen Sporen im vorigen Abschnitt als hüllenlose kuglige, sehr durchsichtige Plasmakörperchen, welche zuweilen auch einen Kern erkennen liessen. In welcher Weise die weitere Entwicklung, speciell zunächst die Bildung der Sporenhülle sich vollzieht, ist durch neuere Untersuchungen nur wenig aufgeklärt worden. Ohne Zweifel wird man wenig fehlgehen, wenn man sich die Hülle als einfaches Ausscheidungs- resp. Umbildungsproduct auf der Oberfläche des nackten Sporoblasten entstehen denkt. Da die Sporenhüllen z. Th. sehr eigenthümliche und charakteristische Formen besitzen, so ist natürlich erforderlich, dass auch die Sporoblasten zunächst derartige Formen annehmen, über welche sich die Hülle alsdann wie ein Abguss bildet. Bei den Monocystideensporen der Regenwürmer lässt sich dies auch wohl beobachten; die Sporoblasten nehmen hier zunächst eine spindelförmige Gestalt an, worauf die Ausbildung einer zarten Membran auf ihrer Oberfläche beginnt (33. 5a); diese Membran verdickt sich allmählich, während die Plasmamasse sich condensirt und sich dabei aus den Polen der spindelförmigen Hülle zurückzieht. Diese etwas zugespitzten Pole werden durch eine besonders reichliche Ausscheidung von Hüllsubstanz knopfartig verdickt (5b). Die Sporenhülle der eigentlichen Gregarinen ist, soweit bekannt, stets eine einfache und allseitig geschlossene. Sie ist weiterhin fast durchaus homogen und solide, nur bei der Gattung Porospora wird die sehr dicke Hülle von zarten, radialen Porenkanälchen dicht durchsetzt und zerfällt leicht in feine Stäbchen (36. 5). Die Dicke der Hüllmembran bietet grosse Verschiedenheiten dar; im Gegensatz zu den Verhältnissen bei der eben erwähnten Porospora, sinkt sie bei andern Geschlechtern bis zur einfach contourirten, zartesten Hüllhaut herab. Gewöhnlich ist sie durchaus farblos, nur bei Stylorhynchus zeigt sie eine intensiv braune Färbung. Ueber ihre chemische Natur ist nicht viel bekannt; sie ist sehr widerstandsfähig gegen die Einwirkung verschiedner Reagentien; dass sie jedoch nicht aus Kieselsäure besteht, wie sich aus der früheren Vergleichung mit den Navicellen vielleicht hätte vermuthen lassen, hat schon Frantzius aus ihrer Zerstörung beim Glühen bewiesen.

Von grosser Mannigfaltigkeit sind die Gestalts- und Grössenverhältnisse der Sporen. Zuweilen bewahren auch die reifen Sporen noch eine nahezu sphärische Gestalt, so bei Stylorhynchus (37. 7) und Porospora, bei letztrer Form jedoch auch häufig ins Ovale übergehend (36. 5). Es finden sich

dann weiterhin elliptische Formen (wie bei Hoplorhynchus), welche durch Zuspitzung ihrer Enden in die spindelförmige, navicellenartige Form übergehen, die für die Regenwurmmonocysten so charakteristisch ist, jedoch auch bei Polycystideen z. Th. auftritt. Bei Stenocephalus sind die spindelförmigen Sporen noch durch eine dunkle Aequatoriallinie ausgezeichnet, während bei Dufouria eine Linie zwischen den Polen der navicellenartigen Sporen hinzieht, welche vielleicht auf eine Zusammensetzung der Sporenschale aus zwei Hälften hindeutet (35. 11b). Auch die scheibenförmigen Sporen von Adelea sind zweiklappig (35. 12c).

Bei Actinocephalus nehmen die Sporen eine doppelkegelförmige Gestalt an (36. 13c), während sie bei Echinocephalus und Gamocystis zu cylindrischen, mit abgerundeten Enden versehenen Gebilden werden (36. 14c). Aehnlich erscheinen im Allgemeinen auch die von Clepsidrina, sind jedoch an den Enden quer abgestutzt und in der Aequatorialgegend mehr oder weniger bauchig aufgetrieben, so dass die Gesammtgestalt tonnenförmig wird (35. 5). Die im Allgemeinen ähnlich gestalteten Pseudonavicellen von Euspora sind nicht mehr cylindrisch, sondern fünfseitig prismatisch (36. 2).

Von besonderem Interesse ist das Vorhandensein eines schwanzartigen Anhangs an dem einen Pol der ziemlich spindelförmigen Sporen von Urospora (34 6), eine Eigenthümlichkeit, die namentlich deshalb unsre Beachtung verdient, weil ein solcher Anhang ja auch einem Theil der Myxosporidiensporen eigenthümlich ist.

Bemerkenswerth erscheinen weiterhin eine Reihe von Missbildungen und eigenthümlicher Doppelbildungen, welche hauptsächlich bei den Sporen der Regenwurmmonocystideen, zuerst durch Lieberkühn, beobachtet worden sind. Einmal sind dies Abweichungen von der spindelförmigen Normalgestalt, welche dieselbe in eine mehr birnförmige oder häufig auch dreiseitige, mit Ausprägung dreier knopfförmiger Pole, überführen (33. 6—8); anderseits jedoch sehr eigenthümliche Doppelbildungen, welche man sich etwa durch theilweise Verwachsung zweier oder auch dreier, mit ihren Längsaxen gekreuzter Sporen der Normalform hervorgegangen denken kann (33. 10). Wahrscheinlicher ist jedoch, dass diese Missbildungen umgekehrt durch unvollständige Theilung jugendlicher Sporen entstanden sind. Auch die schon erwähnten dreipoligen, missgebildeten Sporenformen können in ähnlicher Weise miteinander verwachsen sein (33. 9), und weiterhin lässt sich denken, dass sehr complicirte, mit zahlreichen stachelartigen Fortsätzen versehene Sporengestalten der Art entstanden, dass die einfacher gebauten Doppel- oder Tripelsporen nochmals unter einander in Verbindung traten (33. 11). Auch bei Pileocephalus hat Schneider Doppelsporen beobachtet, welche sich wie eine Einzelspore repräsentiren, die in halber Länge getheilt ist (36. 10f). Wie gesagt, soll jedoch durch diese Schilderungsweise der Vielfachsporen (oder concretionären Sporen nach Schneider) keineswegs ausgesprochen werden, dass dieselben thatsächlich das Resultat von Verwachsungsprocessen der Einzelsporen seien. Der plasmatische Inhalt der missgebildeten Sporen zeigt, soweit bekannt, niemals Anzeigen einer

complicirteren Zusammensetzung, sondern ist einfach gebildet, wie der der gewöhnlichen.

Den protoplasmatischen Inhalt dieser letzteren müssen wir noch etwas näher betrachten. Derselbe ist entweder fast ganz körnerfrei und daher sehr durchsichtig oder enthält mehr oder weniger Körnchen, welche sich bei der reifen Spore zuweilen mehr im Centrum des Plasmakörpers zusammenhäufen. Wahrscheinlich vermehren sich diese Körnchen des Sporenplasmas zuweilen allmählich, wie es mir wenigstens bei Clepsidrina Blattarum schien und vielleicht auch nach Lieberkühn's Untersuchungen für die Sporen der Regenwurmmonocystideen angenommen werden darf. Wie schon oben hervorgehoben wurde, zieht sich das Protoplasma in den reifen Sporen häufig durch Condensation etwas zusammen.

Bei den Sporen einiger Geschlechter erwies zuerst A. Schneider die Gegenwart eines Zellkerns, so bei Pileocephalus, Echinocephalus, Hoplorhynchus und Adelea; hierzu gesellen sich nach meinen Erfahrungen noch die Gattung Clepsidrina, wo ich wenigstens in den Sporoblasten den Kern deutlich sah und weiterhin die Monocystiden der Regenwürmer, bei welchen der Kern in grossen Sporen sehr deutlich hervortritt. Der Nucleus dieser letzteren zeichnet sich durch relativ beträchtliche Grösse aus und ist auf den verschiednen Ausbildungsstufen der Sporen ziemlich leicht zu beobachten (33. 5 b). Schneider ist der Ansicht, dass die Sporen theils Cytoden, also kernlos, theils kernhaltige Zellen seien; ich muss gestehen, dass ich diese Ansicht nicht für wahrscheinlich halte, sondern sämmtliche Sporen für kernhaltig, also für Zellen im Häckel'schen Sinn erachten möchte. Dass sich bis jetzt nur in wenigen der Kern nachweisen liess, ist bei der Kleinheit der Objecte unschwer verständlich und der thatsächliche Nachweis des Kernes bei einer Anzahl Geschlechter in dieser Hinsicht gewiss höher anzuschlagen, als die negativen Befunde.

In den Sporen von Adelea fand Schneider noch zwei längliche Körperchen von unbekannter Bedeutung, welche an einem Pol in der Weise divergirend zusammengelagert sind, dass sie den Nucleus zwischen sich nehmen (35. 12c, k). Wenn auch die Bedeutung dieser Körperchen bis jetzt noch keineswegs aufgeklärt ist, so beanspruchen sie doch ein ziemliches Interesse, da die Vermuthung erlaubt ist, dass sie den eigenthümlichen Polkörperchen der Myxosporidien entsprechen.

Mit einigen Worten wäre noch der Grössenverhältnisse der Sporen zu gedenken. Hierüber lässt sich jedoch bei dem heutigen Stand unsrer Kenntnisse schwer etwas Umfassendes mittheilen, da derjenige Forscher, welcher bis jetzt die Sporen einer grösseren Zahl von Gregarinen genauer studirt hat, A. Schneider, über ihre Dimensionen gar nichts mittheilt. Bei den Regenwurmmonocystiden schwankt die Länge der Sporen etwa zwischen 0,014 und 0,026 Mm., bei Clepsidrina Blattarum besitzen die tonnenförmigen Sporen nur eine Länge von ca. 0,011 Mm.

Die Erwähnung der Grössenverhältnisse der Sporen gibt uns Anlass, noch auf eine eigenthümliche Erscheinung aufmerksam zu machen, welche

Schneider bei einigen Gregarinen aufgefunden hat, nämlich das Vorkommen von zweierlei, in der Grösse differirenden Sporen, sogen. Mikro- und Makrosporen bei einer und derselben Art.

Dies, von ihm zunächst bei der Clepsidrina ovata aufgefundne Verhalten sucht er weiterhin auch für die sehr verschieden grossen Sporen der Monocystiden des Regenwurms geltend zu machen. Auch hier glaubt er Mikro- und Makrosporen, welche sich nur durch ihre Grösse unterscheiden, auseinanderhalten zu sollen. Die sehr verschiedne Grösse dieser Sporen haben wir schon oben betont, jedoch will mir scheinen, als ob sich dieselben nicht einfach in Mikro- und Makrosporen scheiden liessen, sondern dass sich auch Uebergangsstufen zwischen ihnen finden. Wie es scheint, geht Schneider von der Lieberkuhn'schen Ansicht aus: dass die Monocystiden des Regenwurmhodens sämmtlich eine einzige Art bildeten, eine Idee, welche ich mit Stein und Schmidt für irrig oder doch wenigstens für ganz unbewiesen halten muss. Die sogen. Mikro- und Makrosporen der Regenwurmmonocystiden könnten daher sehr wohl auch specifisch verschieden sein.

Wie gesagt, hat Schneider solche Mikro- und Makrosporen zunächst bei der Clepsidrina ovata aus der Larve des Tenebrio molitor getroffen, auch hier, wie bei den Monocystiden des Regenwurms, enthielten die einzelnen Cysten stets entweder nur die eine oder die andre Sporensorte. Die Makrosporen übertreffen die Mikrosporen etwa um das zwei- bis dreifache an Länge. Aeusserlich zeigten die nach ihrem Inhalt verschiednen Cysten keine Differenz; jedoch unterschieden sie sich in dem Kaliber ihrer Sporoducte, indem diejenigen mit Makrosporen auch entsprechend weitere Sporoducte zum Durchtritt der grösseren Sporen aufwiesen.

Nicht selten beobachtet man, dass die reifen Sporen gewisser Monocystideen (so die der Regenwürmer zuweilen) wie Polycystideen (namentlich charakteristisch bei Clepsidrina und Stylorhynchus) in eigenthümlicher Weise aneinanderhängen. Gewöhnlich hängen sich dann eine grosse Menge Sporen, in einfacher Reihe hinter einander gereiht, zu einer Kette zusammen (T. 37. 3d). Die länglichen und spindelförmigen Sporen heften sich, wie zu erwarten, mit den Polen aneinander. Selten beobachtet man, dass sich eine Sporenkette in ihrem Verlaufe zu zweien spaltet. Bei den angeführten Polycystideengeschlechtern treten die Sporen aus den Cysten in solcher Kettenvereinigung in die Aussenwelt, und diese Ketten können sich nach Schneider mehrere Tage unzerfallen erhalten. Nach Gabriel (43) soll das Zusammenhängen der Sporen bei den Monocystiden der Regenwürmer durch eine Kittsubstanz bewirkt werden, welche entweder in Gestalt eines Tröpfchens an den Polen der spindelförmigen Sporen hervortrete oder die Sporen gänzlich umhülle.

F. Weiterentwicklung des Sporeninhalts, Ausbildung sogen. sichelförmiger Keime.

Bei der grösseren Mehrzahl der Gregarinidenformen wurde bis jetzt eine Veränderung und Weiterbildung des Sporeninhalts nicht beobachtet; dagegen liess sich namentlich bei gewissen Monocystideen eine sehr interessante Weiterentwicklung desselben bemerken, und da derselbe Vorgang auch bei einer Polycystidee gefunden wurde und weiterhin bei den Coccidien allgemein verbreitet ist, so dürfte die Vermuthung nicht so ungerechtfertigt erscheinen, dass eine solche Weiterentwicklung des Sporeninhalts möglicherweise den Gregarinen allgemein zukommt.

Ueber die Weiterentwicklung der Sporen der Regenwurmmonocystiden hatte bekanntlich Lieberkühn eine eigenthümliche Ansicht entwickelt, dass nämlich der Sporeninhalt (der sogen. Nucleus Lieberkühn's) nach Ablauf gewisser, hier nicht näher zu erörternder Umbildungen, noch innerhalb der Cysten durch Zerstörung und Auflösung der Sporenhülle frei werde und sich hierauf, nach Verlassen der Cyste, in der Leibesflüssigkeit des Regenwurms zu einer Amöbe umbilde, welche sich schliesslich allmählich zur Gregarinenform entwickle. Die Un-

richtigkeit dieser Lieberkühn'schen, auf sehr schwacher Thatsachenbasis beruhenden Ansicht wurde dann namentlich von A. Schneider erwiesen.

Nach unsern heutigen Erfahrungen erleidet der Inhalt der Monocystissporen der Regenwürmer, und ähnlich verhalten sich auch die Sporen von Urospora, Gonospora und Dufouria, eine Art von Furchung, welche entweder schon eintritt, so lange die Cysten noch in den Parasitenträgern verweilen, oder auch erst nach ihrer Entleerung ins umgebende Wasser etc.

Bei den Monocystissporen verläuft dieser Vorgang etwa in folgender Weise. Der ziemlich körnige Plasmakörper der Sporen nimmt allmählich wieder an Volum zu, so dass er die Sporenhülle wieder nahezu völlig erfüllt. Die Körner sammeln sich mehr im Centrum oder auch am einen Ende des Plasmakörpers an. Wahrscheinlich findet jetzt auch schon eine Vermehrung des Kernes statt, indem man nun mehrere, 3—4 helle, kernartige Flecke im Plasma bemerkt. Hierauf theilt sich der Plasmakörper der Länge nach in 4—8 stäbchenförmige, beiderseits zugespitzte und aus körnerfreiem hellen Plasma bestehende Körperchen, die sog. sichelförmigen Körperchen (33. 5c). Höchst wahrscheinlich erfolgt diese Längstheilung simultan, nicht successive, da man successive Theilungsstadien nicht beobachtet. Jedoch ist die Theilung selbst sehr regelmässig und erfolgt nach radial gerichteten Längsebnen, welche sich sämmtlich in der Längsaxe der Spore schneiden, so dass die sichelförmigen Keime ganz regelmässig, etwa wie die Schnitze einer Orange zusammengeordnet sind (33. 5d)*).

Unregelmässige Lagerung der Körperchen, wie sie sehr gewöhnlich an den Sporen mit völlig ausgebildeten Keimen zu beobachten ist, dürfte wohl auf nachträgliche Verschiebungen zurückzuführen sein. Die im Centrum oder am einen Ende des sich theilenden Plasmakörpers angesammelte Körnermasse wird bei der Theilung als eine axial gelagerte Masse ausgeschieden, welche sich nach völliger Ausbildung der Keime meist mehr abrundet und nun den sogen. „nucleus de reliquat" (A. Schneider's) bildet, ein Ausscheidungsproduct, welches ohne Zweifel keine Bedeutung mehr für die Entwicklung der Gregarine besitzt (5c, r). Vergleichen lässt sich diese Ausscheidung des Nucleus de reliquat oder Restkörpers vielleicht am besten mit dem Reinigungsprocess, der sich auch bei der Encystirung gewisser Rhizopoden, Heliozoën und Flagellaten vollzieht, indem innerhalb der Cyste die Nahrungsreste und Excretkörnchen ausgestossen werden. Es erscheint auch nicht unwahrscheinlich, dass sich bei näherer Untersuchung die Körnermassen des Restkörpers als chemisch different von den gewöhnlichen Gregarinenkörnern und zwar als Excretionsproduct ergeben möchten.

Die Entstehungsgeschichte der sichelförmigen Keime ist bei den übrigen Geschlechtern bis jetzt noch wenig ausreichend erforscht, jedoch dürfte

*) Gabriel (43) leugnete die Entstehung sichelförmiger Keime in den Sporen der Regenwurmmonocystideen und gab eine Darstellung der Weiterentwicklung dieser Sporen, auf welche jedoch hier nicht näher eingegangen werden soll, da ich sie für unrichtig halte und Gabriel selbst späterhin (44) die sichelförmigen Keime häufig beobachtet zu haben scheint.

bei der allgemeinen Uebereinstimmung der Verhältnisse auch eine analoge Entstehung sehr wahrscheinlich sein. Der sogen. Restkörper besitzt eine allgemeine Verbreitung.

Die sichelförmigen Keime der Regenwurmsporen lassen einen deutlichen Nucleus wahrnehmen; bei denen der übrigen Geschlechter (Urospora, Gonospora und Dufouria, 34. 5 u. 6, 35. 11b) glückte der Nachweis eines Kernes bis jetzt noch nicht, jedoch dürfte derselbe wohl auch hier nicht fehlen. Bewegungserscheinungen liessen sich bis jetzt an den Keimen der erwähnten Gregarinengeschlechter noch nicht sicher beobachten, da aber die ganz entsprechenden der Coccidien deutliche Bewegungserscheinungen zeigen, so ist ihr Auftreten unter geeigneten Bedingungen auch hier zu erwarten*).

Schon oben wurde hervorgehoben, dass ziemlich viel für ein verbreiteteres Auftreten der sichelförmigen Keime im Entwicklungskreis der Gregarinen spricht, jedoch fehlen hierfür bis jetzt positive Nachweise. Was die Bedeutung der Keime betrifft, so ist bei dem Mangel thatsächlicher Erfahrungen über ihr weiteres Schicksal bis jetzt nur die Annahme vermuthungsweise zulässig, dass sie sich unter geeigneten Bedingungen direct zu den Gregarinenformen entwickeln. Näheres über diese Frage wird der folgende Abschnitt bringen.

G. Die Wiederentwicklung der Gregariniden aus den Sporen.

Wir betreten hier den bis jetzt noch dunkelsten Abschnitt in der Fortpflanzungsgeschichte der Gregariniden. Bis heute ist noch nicht in einem einzigen Fall die Entwicklung der Gregarine aus den Sporen zusammenhängend verfolgt worden.

Ganz flüchtig wollen wir hier nur einige Ansichten berühren, welche im Laufe der Zeit über diese schwierige Frage mit mehr oder weniger Berechtigung ausgesprochen worden sind. Kölliker vermuthete einst, dass die Entwicklung der Gregarinen einfach durch Auswachsen der Sporen unter geeigneten Bedingungen geschehe; dass also die Hülle der Spore sich direct in die der Gregarine umwandle und so fort. Stein dagegen, welcher sich zuerst auch die Ermittlung der Neuinfection der Parasitenträger mit Gregarinen zur Aufgabe machte, wollte sich, speciell bei Clepsidrina Blattarum, überzeugt haben, dass der Sporeninhalt nach Aufnahme der Sporen in den Darmkanal der Schaben — ein Fall, der sich ja beim Fressen des mit Sporen geschwängerten Kothes sehr leicht ereigne — in der Form einer jungen Gregarine hervorschlüpfe. Der Ansicht Lieberkühn's wurde oben schon mehrfach gedacht; nach ihm sollten sich die Regenwürmer fortdauernd selbst mit Gregarinen inficiren, indem die als kleine, kernlose Amöben frei gewordnen Sporenkörper sich allmählich wieder zu Gregarinen entwickelten. Es ist aber auch schon genugend gezeigt worden, dass die Herleitung eines Theils der amöboiden Körperchen der perivisceralen Flüssigkeit der Regenwürmer von den Monocystissporen durchaus nicht erwiesen und andererseits auch der Uebergang dieser Amöben in die Gregarinen nicht mit Sicherheit dargelegt wurde.

*) Nach einer Mittheilung Gabriel's (44) möchte es jedoch scheinen, dass er freie bewegliche sichelförmige Keime in den Hoden und der Leibeshöhlenflüssigkeit der Regenwürmer vielfach beobachtet hat.

Leider besitzen wir für diejenigen Gregarinen, welche bis jetzt die Entwicklung sichelförmiger Keime erkennen liessen, gar keine Erfahrungen über die eventuelle Entstehungsweise der ausgebildeten Gregarinen aus jenen Keimen. Ja es ist sogar in diesen Fällen, und speciell für die so vielfach untersuchten Monocystiden der Regenwürmer, bis jetzt ganz zweifelhaft, auf welchem Wege die Infection mit jugendlichen Gregarinen, resp., wie ja sehr wahrscheinlich, mit den sichelförmigen Keime enthaltenden Sporen geschieht. Denn dass sich die Sporen dieser Monocystiden, wie Lieberkühn annahm und neuerdings wieder Gabriel behauptete, direct in ihrem Parasitenträger wieder zu Gregarinen entwickelten, dürfte kaum zulässig erscheinen. Man braucht nur die kolossale Masse der Cysten, welche die Hoden gewöhnlich erfüllt, mit der meist nicht sehr erheblichen Zahl ausgebildeter Gregarinen zu vergleichen, um diese Annahme sehr unwahrscheinlich zu finden. Würde sich der Entwicklungsgang in der erwähnten Weise vollziehen, so wäre nicht recht einzusehen, warum die Hoden der Regenwürmer nicht stets strotzend von Gregarinen erfüllt gefunden werden.

Weiterhin wissen wir jedoch bestimmt, dass sich die Sporen der Arthropodenpolycystiden nicht in ihrem ursprünglichen Wirth weiterentwickeln, sondern durch Uebertragung in den Darm eines zweiten Wirths verpflanzt werden müssen, um zur Entwicklung zu gelangen.

Bis jetzt sind es gerade die Entwicklungsprocesse gewisser Polycystiden, welche, obgleich in nur lückenhafter Weise, etwas genauer erkannt wurden. Zunächst gelang es E. van Beneden (34), den wahrscheinlichen Entwicklungsgang seiner Porospora gigantea näher zu ermitteln und dieser bietet, vorausgesetzt, dass der Verlauf thatsächlich in jeder Hinsicht richtig geschildert wurde, sehr interessante Verhältnisse dar. Einmal dadurch, dass hier zum ersten Mal ein amöboides Ausgangsstadium wirklich mit genügender Sicherheit constatirt zu sein scheint. Als Ausgangspunkt der Entwicklung fand E. van Beneden nämlich im Darme des Hummers kleine amöbenähnliche kernlose Plasmagebilde, welche ziemlich lebhafte Gestaltsveränderungen zeigten, jedoch niemals eigentliche Pseudopodien entwickelten (36. 6a), wie wir denn auch bei den amöbenähnlichen Umbildungszuständen der sichelförmigen Keime der Coccidien mehr contractiven Formänderungen wie eigentlichen Pseudopodien begegnen werden. Leider blieb jedoch die Herkunft dieser Plasmagebilde unbekannt und die Annahme, dass sie direct aus den Sporen hervorgegangen seien, ist bis jetzt durchaus nicht zu erweisen. Nach Beneden's Darstellung, welche auf Combination verschiedner beobachteter Zustände, nicht jedoch auf directe Verfolgung der Fortentwicklung gegründet ist, soll sich die Weiterbildung dieser kernlosen Plasmakörper folgendermaassen gestalten.

Zunächst erlischt die Bewegung, worauf der Plasmakörper zwei fingerartige Fortsätze entwickelt, welche sich einmal durch ihre Plasmabeschaffenheit, indem nämlich der eine körnig, der andre fast körnerfrei ist, andrer-

seits jedoch auch dadurch unterscheiden, dass der körnerfreie keine Beweglichkeit zeigt, der andre dagegen sich lebhaft bewegt (6b—d). Seine Bewegungen bestehen hauptsächlich in knieförmigen Einknickungen und in Strömungserscheinungen des Plasmas nach dem freien Ende des Fortsatzes hin. Allmählich verlängert sich der Fortsatz mehr und mehr und wächst schliesslich zu einem schlauchartigen Gebilde aus. Seine Zusammenhangsstelle mit dem Plasmakörper, welcher ihm den Ursprung gab, schnürt sich allmählich ein und soll schliesslich einreissen, so dass der Fortsatz frei wird. Derselbe besitzt nun etwa die Gestalt eines kleinen Nematoden, zeigt auffallender Weise auch eine ganz nematodenähnliche lebhafte Beweglichkeit und wird daher von van Beneden als Pseudofilarie bezeichnet (6h). Der Rest des Plasmakörpers mit dem unbeweglichen Fortsatz wandelt sich nun schliesslich in seiner Totalität in eine ähnliche Pseudofilarie um, indem der unbewegliche Fortsatz allmählich beweglich wird und der Rest des Plasmakörpers in ihm aufgeht (6f—h). In solcher Weise sind demnach aus einem Plasmakörper zwei kernlose Pseudofilarien hervorgegangen, welche sich allmählich direct zu jugendlichen Gregarinen entwickeln werden. Letzteres geschieht in der Weise, dass die Pseudofilarie allmählich ihre Beweglichkeit verliert und sich mehr und mehr verkürzt. Gleichzeitig tritt in ihr ein dunkler Nucleolus auf, um welchen sich bald eine helle Zone entwickelt, der eigentliche Körper des Kernes (6i—l).

Unter weiterer Verkürzung nimmt die jugendliche Gregarine schliesslich eine ovale bis birnförmige Gestalt an. Bald tritt an ihrem einen Ende ein knopfartiger Fortsatz auf, der sich durch eine Anhäufung zahlreicher dunkler Körnchen noch weiterhin auszeichnet und sich in der Folge zu dem Protomerit hervorbildet (6m—n). Beim weiteren Wachsthum ist das Deutomerit bevorzugt, welches sich rasch verlängert. Erst relativ spät lässt sich die Cuticula deutlich unterscheiden, wogegen sehr frühzeitig, schon an dem bewegungslos gewordnen, ursprünglichen Plasmakörper ein Ectosark angedeutet war.

Soweit die Darstellung Beneden's, über die einige Worte zu bemerken hier gestattet sein möge.

Sehr zweifelhaft dürfte die auf Grund dieser Beobachtungen entwickelte Ansicht erscheinen, dass sich der Nucleus erst im Laufe der Entwicklung hervorbilde und der ursprüngliche Ausgangspunkt eine kernlose Cytode sei, da wir positiv wissen, dass die Sporen einer Reihe von Gregarinen kernhaltig sind. Ein schwacher Punkt ist weiterhin die Unsicherheit über die Herkunft der ursprünglichen amöboiden Plasmakörper — die Lücke, welche zwischen deren Auftreten und den reifen Sporen noch blieb. Diese Lücke dürfte vielleicht auch noch einige Zweifel über die richtige Gruppirung der einzeln beobachteten Entwicklungszustände gestatten. Ich erlaube mir diese leisen Zweifel anzudeuten in der Hoffnung, dass hierdurch vielleicht zur weiteren Aufklärung dieses

interessanten Falls einige Veranlassung gegeben werde. Schon Schneider hat hervorgehoben, dass der sogen. Pseudofilariazustand eine grosse Aehnlichkeit mit den sichelförmigen Keimen andrer Gregarinen besitze und ist daher geneigt, den Entwicklungsgang der Porospora gigantea so aufzufassen, dass bei ihr die Erzeugung der sichelförmigen Keime nicht in den Sporen, sondern erst nach dem Ausschlüpfen des Sporeninhalts erfolge. Immerhin wäre es jedoch möglich, dass die Uebereinstimmung zwischen der Entwicklung der Porospora und der übrigen Gregarinen noch weitergehe, wenn wir nämlich die Möglichkeit berücksichtigen, dass der von van Beneden postulirte Zusammenhang der gesehenen Entwicklungszustände nicht völlig dem Thatsächlichen entspreche. Mir scheint die Annahme nicht ganz unzulässig, dass es auch hier die Pseudofilarien (oder sichelförmigen Körperchen) sind, welche aus den Sporen hervorschlüpfen und in diesen schon gebildet worden sind. Bei einer solchen Auffassung wäre dann der Zusammenhang zwischen den sogen. Pseudofilarien und den amöboiden Plasmakörperchen in umgekehrter Reihenfolge zu deuten und durch Umgestaltung dieser letzteren liessen sich vielleicht die jugendlichen Gregarinen entstanden denken. Es lässt sich zwar nicht verkennen, dass dem Versuch einer solchen Deutung des Beobachteten sehr erhebliche Schwierigkeiten entgegenstehen, jedoch könnte immerhin ein etwas andrer als der von E. van Beneden aus seinen Beobachtungen gefolgerte Entwicklungsgang möglich erscheinen, worauf hinzuweisen vorzüglich der Zweck der obigen Bemerkungen sein sollte.

Gewisse Aehnlichkeiten mit dem eben geschilderten Entwicklungsgang der Porospora gigantea glaubt R. Lankester (35) auch bei einer Monocystide, der Urospora Sipunculi gefunden zu haben. Das jüngste Ausgangsstadium bilde hier eine pseudofilarienartige, kleine kernlose Form, welche häufig in theilweis aufgebrochnen Cysten der Leibeshöhle des Sipunculus und dem Divertikel des hintern Darmabschnittes angetroffen wurde. Diese pseudofilarienartige Form war sehr beweglich und zwar waren auch hier ihre Bewegungen ganz nematodenähnlich. An sie schien sich als weiterentwickeltes Stadium zunächst eine kernhaltige Form anzuschliessen, bei welcher sich ein hintrer Leibesabschnitt durch eine Einschnürung wie eine Art Schwanzanhang von dem vorderen, kernhaltigen abgesetzt hatte, so dass die Gestalt sehr an eine Cercarie erinnerte und dies um so mehr, als die Beweglichkeit nur auf den Schwanzabschnitt beschränkt war. Nach Lankester's Vermuthung soll sich dieser Schwanzabschnitt nun von dem kernhaltigen vorderen Leibesabschnitt loslösen, der erstere sich zu einer jugendlichen Monocystide hervorbilden, während das Schicksal des Schwanzes nicht zu ermitteln war. Weiterhin glaubt jedoch L., dass die in solcher Weise entstandnen jugendlichen Monocystideen sich durch Längstheilung vermehrten, da er sie häufig zu zweien der Länge nach zusammengelagert traf und auch gelegentlich statt eines Kernes in einem Einzelthier deren zwei traf, was er als erste Vorbereitung zur Längsthei-

lung deuten möchte. So interessante Momente auch durch diese Mittheilungen aus dem wahrscheinlichen Entwicklungsgang der M. Sipunculi zu unsrer Kenntniss gekommen sind, so scheinen mir die Lankester'schen Untersuchungen doch noch zu unvollständig, um einen eingehenderen Vergleich mit der Entwicklung der Gregarina gigantea zu gestatten.

Genauere Ermittelungen über die Entwicklung einer zweiten Polycystidee aus den Sporen liegen noch aus neuester Zeit vor. Es gelang nämlich Bütschli (47), die Schaben durch Fütterung mit reifen Sporen der Clepsidrina Blattarum zu inficiren und in dieser Weise die jugendlichsten bis jetzt gesehenen Entwicklungsstufen dieser Polycystidee zu beobachten. Leider glückte es bis jetzt auch hier nicht, den Sporeninhalt, welcher bei dieser Form bekanntlich bisher noch nichts von einem Zerfall in sichelförmige Keime gezeigt hat, beim Herausschlüpfen aus der Sporenhülle im Darmkanal der Schabe zu beobachten. Damit ist denn auch hier die Frage noch offen geblieben, ob und welche Umbildungen dieser Inhalt vor seinem Hervortreten eventuell noch erfahren kann. Die jugendlichsten Gregarinenformen, welche drei Tage nach der Infection einer Schabe mit Sporen massenhaft im Mitteldarm gefunden wurden, zeigten jedoch eine Reihe sehr interessanter Verhältnisse. Sie fanden sich keineswegs frei im Darminhalt, sondern waren sämmtlich mit einem Theil ihres Körpers in die freien inneren Enden der Darmepithelzellen eingesenkt (35.8). Die jugendlichsten Gregarinen waren kleine, ovale bis etwas birnförmige Zellen, welche an Grösse die Sporen nicht übertrafen und einen sehr deutlichen Kern mit grossem Nucleolus, sowie sehr feinkörniges Protoplasma (nach Behandlung mit Essigsäure) aufwiesen. Sie fanden sich, wie gesagt, bis zur Hälfte, oder auch über die Hälfte in die Epithelzellen eingesenkt und zwar so, dass der Kern stets in der freigebliebenen Aussenhälfte eingebettet war. Bei den weiteren Entwicklungsstufen zeigte namentlich diese Aussenhälfte ein rascheres Wachsthum, wurde mehr kugelförmig und setzte sich bald durch eine scharfe Grenzlinie von dem eingesenkten Theil ab, womit dann der Zustand einer kleinen Polycystidee deutlich erreicht war.

Weitere Entwicklungsstadien sind bis jetzt noch nicht bekannt geworden, so dass namentlich die Frage noch unerledigt bleiben muss, ob die zunächst zur Differenzirung gelangenden beiden Körperabschnitte der jugendlichen Clepsidrina dem Protomerit und Deutomerit entsprechen und ob das bei etwas ausgebildeteren Zuständen (35. 9) auftretende und dann allein noch in die Zelle eingesenkte Epimerit als eine Differenzirung des Protomerits auftritt, oder aber ob der zur Differenzirung gelangte vordere Abschnitt allein dem Epimerit entspricht. Erstere Ansicht wird wohl der Wahrheit näher kommen.

An diesem lückenhaften Entwicklungsgang einer Polycystidee interessirt uns namentlich die Erfahrung, dass die jugendlichsten Zustände thatsächlich als eine Art Zellenschmarotzer aufzufassen sind; und dass

zahlreiche Polycystideen sich in ähnlicher Weise verhalten werden, wissen wir daraus, dass die grosse Mehrzahl derselben in ihrer Jugend mit Haftapparaten ausgerüstet ist, welche sie an die Darmepithelien befestigen. Wir wissen jedoch, dass auch Monocystideen in ihrer Jugend eine solche zellenschmarotzende Lebensweise führen; wir schliessen dies einmal aus der Thatsache, dass sich die Monocystis magna bis zu ihrer Reife mit ihrem Vorderende in Zellen eingesenkt findet (33. 1a), andrerseits aus dem von A. Schmidt und Lieberkühn ermittelten Entwicklungsgang der Monocystis agilis. Schmidt hat hiervon eine Darstellung gegeben, welche, wie mir scheint, grosses Vertrauen verdient. Bei dieser Form dürfen die jugendlichen Zustände geradezu als intracelluläre Schmarotzer beansprucht werden, denn wenn auch die centrale Plasmakugel der Spermatoblastosphären, innerhalb welcher sie sich entwickeln, sich durch den Mangel eines Zellkerns aus der Reihe der lebendigen Zellgebilde wahrscheinlich entfernt, so ist dies doch ziemlich irrelevant für die Auffassung des Schmarotzerthums dieser jugendlichen Gregarinen. Schmidt traf sie zunächst als äusserst kleine, kuglige Gebilde mit wohlausgebildetem Zellkern an (33. 3a). Unter Wachsthum der ganzen Spermatoblastosphäre wächst auch die eingeschlossne Gregarine rasch heran und zeigt bald deutliche Bewegungserscheinungen (3b). Die Gestalt der Spermatoblastosphäre wird oval und die Spermatoblasten beginnen sich zu entwickeln und kurze Schwanzfortsätze zu treiben, wodurch die ovale, gregarinenhaltige Blase ein eigenthümliches Aussehen erhält (3c—d); schliesslich wächst die Gregarine so heran, dass sie das Innre der Spermatoblastenblase völlig ausfüllt. Die verkümmerten, zu kurzen, haarartigen Fädchen ausgewachsenen Spermatozoën bilden den schon früher erwähnten haarartigen Ueberzug der ziemlich ausgewachsenen Monocystis (3e). Die schliessliche Abstreifung dieser Hülle wurde dann früherhin gleichfalls schon erwähnt (3f—g)*).

Einen weiteren Fall intracellulären Parasitismus der Jugendformen einer Monocystis theilt R. Lankester (97) in neuester Zeit mit; derselbe traf nämlich die Jugendzustände der Monocystis Thalassemae als Schmarotzer in den Darmepithelzellen der Thalassema, einmal auch in grosser Anzahl in den Eiern dieser Gephyree.

Mit einigen Worten müssen wir am Abschluss unsrer Betrachtung über die Entwicklungsvorgänge der Gregarinen noch der neuerdings von Gabriel (41—44) entwickelten, sehr eigenthümlichen und von dem seither

*) Nach einer soeben erschienenen Mittheilung von Dietr. Nasse (Beiträge zur Anatomie der Tubificiden. Inaug.-Diss. Bonn 1882) über einige Entwicklungszustände der Urospora Saenuridis R. Lank. aus dem Hoden von Tubifex, scheint es mir nicht unwahrscheinlich, dass diese Form einen ähnlichen Entwicklungsgang besitzt wie Monocystis agilis. Da N. nämlich mit einem sogen. Wimperkranz versehene Cysten beschreibt und abbildet, liegt die Vermuthung nahe, dass auch hier die Cilienbekleidung verkümmerten Spermatozoën ihre Entstehung verdankt. Wenn diese Vermuthung richtig ist, so wäre weiterhin von Interesse, dass die Urospora Saenuridis noch unter der schützenden Decke verkümmerter Samenfäden zur Encystirung schritte.

Bekannten durchaus abweichenden Vorstellungen über die Entwicklungsvorgänge der Regenwurmmonocystiden gedenken. Es dürften seine Angaben an dieser Stelle um so eher eine kurze Erwähnung finden, als sie sich z. Th. höchst wahrscheinlich auf ähnliche Entwicklungszustände gründen, wie die, welche wir soeben nach Schmidt und Lieberkühn's Forschungen aus der Lebensgeschichte der Monocystis agilis kennen lernten. Gabriel ist zunächst mit Lieberkühn überzeugt, dass die kernlosen Amöben der perivisceralen Flüssigkeit der Regenwürmer thatsächlich in den Entwicklungskreis der Monocystiden gehören; neue Nachweise hierfür werden aber kaum beigebracht. Die Entwicklung der Gregarinen aus diesen Amöben soll sich aber nicht durch einfaches Hervorwachsen vollziehen, wie sich Lieberkühn diesen Vorgang etwa vorstellte, sondern auf sehr eigenthümlichen Umwegen. Die Amöben sollen z. Th. durch Concrescenz zu sogen. Synamöben sich umbilden und nur aus diesen, nicht jedoch den einzeln gebliebnen Amöben gingen die Gregarinen hervor. Aber auch nur ein Theil dieser Synamöben erzeugt Gregarinen, ein andrer Theil dagegen entwickelt sich zu myxomycetenähnlichen Plasmodien, welche auch schon Hering beobachtet, jedoch unrichtig gedeutet habe. Auf diese Erfahrung gründet Gabriel seine Ueberzeugung von der Verwandtschaft der Gregarinen mit den Myxomyceten.

Die ersterwähnte Form der Synamöben erzeugt nun die Gregarinen in drei bis vier sehr verschiednen Weisen, jedoch entwickeln sich die Gregarinen stets nur aus einzelnen Amöbenindividuen dieser Synamöben. Die Entwicklungsprocesse sollen sich im Grossen und Ganzen den Knospungs- und Sporenbildungsprocessen anreihen lassen. Genauer geschildert wird nur der Entwicklungsprocess der Monocystis agilis, aus dessen Darstellung mit ziemlicher Sicherheit hervorgeht, dass Gabriel's Beobachtungen sich auf ähnliche Entwicklungszustände gründen, wie wir sie nach Schmidt und Lieberkühn oben geschildert haben. Dass wir nicht geneigt sein können, die Spermatozoënkeimblasen mit Gabriel für Synamöben zu halten, dürfte natürlich erscheinen und sind wir daher naturgemäss auch bezüglich der übrigen geschilderten Vorgänge sehr im Zweifel. Uebrigens liegen die Gabriel'schen Mittheilungen nur in so kurzer und schwerverständlicher Form vor, dass eine eingehendere Beurtheilung derselben unmöglich erscheint.

II. Fortpflanzungs- und Entwicklungsgeschichte der sog. ei- oder kugelförmigen Psorospermien (Coccidien Lck.).

Da die Lebensgeschichte und die Fortpflanzungsverhältnisse der seither besprochnen freien Gregariniden in mancher Hinsicht, obgleich keineswegs principiell, von den entsprechenden Vorgängen bei den als Coccidien bezeichneten Monocystideen abweichen und weiterhin unsre Kenntnisse bei beiderlei Formen noch in vieler Hinsicht weiterer Aufklärung bedürfen, erscheint es zur Zeit, im Interesse einer möglichst klaren

Darstellung, von Vortheil, die Entwicklungs- und Fortpflanzungsvorgänge der Coccidien gesondert von jenen der übrigen Gregariniden zu behandeln.

Wir haben die Coccidien als meist kleine kuglige oder eiförmige Zellen kennen gelernt, welche in ihrer Jugend gewöhnlich hüllenlos erscheinen und stets in die Gewebe ihrer Wohnthiere selbst eingelagert sind. Unsre seitherigen Erfahrungen lehren, dass sie meist das Innere einzelner Zellen bewohnen, jedoch liegen auch eine Reihe von Angaben vor, welche die Wohnstätte gewisser Coccidien in das Bindegewebe verlegen, wobei es denn zweifelhaft bleibt, ob sie sich auch an diesem Ort als Zellenschmarotzer vorfinden. Wir werden die Frage nach dem Wohnort unsrer Schmarotzer späterhin noch eingehender zu betrachten haben. Sehr zweifelhaft muss es heutzutage erscheinen, ob, wie einzelne Forscher, so z. B. Waldenburg und Eimer vermuthen, die Entwicklung der Darmcoccidien auch ganz frei im Darmschleim verlaufen könne; die Thatsache, dass man den verschiedenartigsten Entwicklungszuständen auch frei im Darmschleim begegnet, dürfte doch wohl eher durch leichtes Herausfallen aus den Epithelzellen zu erklären sein.

Eine Erscheinung, welche sich der Conjugation und Copulation der seither besprochnen Gregariniden vergleichen liesse, wurde bis jetzt bei den Coccidien noch nie beobachtet. Dagegen gaben einige Forscher, so Waldenburg, Rivolta und Eimer an, dass sich die jugendlichen, hüllenlosen Coccidien (speciell die des Darms) durch Theilung vermehrten; die beiden erstgenannten Beobachter erklären sich hierdurch das gleichzeitige Vorkommen mehrerer Coccidien in einer Zelle; Eimer will die Theilung im nichtencystirten Zustand bei den Darmcoccidien sehr verschiedner Wirbelthiere gesehen haben, scheint diesem Vorgang jedoch eine ähnliche Bedeutung beizulegen, wie der gleich zu betrachtenden Theilung nach der Encystirung. Nach erlangter Reife encystiren sich nämlich unsre Coccidien allgemein. Derartige Encystirungszustände waren es, welche frühzeitig bekannt und daher auch ursprünglich als Psorospermien bezeichnet wurden.

Ueber die Bildung der Cystenhaut bei den durch ihre beträchtliche Grösse sich auszeichnenden Coccidien der Pulmonatenniere und der Cephalopoden ist wenig bekannt. Nach den Beobachtungen Eberth's an der letzteren Form möchte es scheinen, dass die Cystenhaut hier unterhalb einer zarten Cuticula, welche die erwachsne Coccidie aufweist, zur Ausbildung gelangt; nach den in dieser Hinsicht jedoch auch sehr unsichern Mittheilungen von Kloss über die erstere Form liesse sich dagegen vielleicht umgekehrt auf die Bildung der Cystenhülle ausserhalb einer ebenfalls vorhandnen feinen Cuticula schliessen. Nach den neueren Erfahrungen von Aimé Schneider scheint überhaupt die Bildung einer doppelten Cystenhülle bei den Coccidien nahezu regelmässig zu sein. Schneider gibt zwar an, dass einige Geschlechter nur eine einfache Cystenhaut besässen, ich kann jedoch nach seinen eignen Mittheilungen nur die Gattung

Orthospora als solche namhaft machen. Gewöhnlich ist die äussere Cystenhaut dicker und resistenter, häufig jedoch nicht immer deutlich doppelt contourirt, während die innere sehr zart und daher meist schwer nachweisbar ist.

Es ist jedenfalls nicht ohne Interesse, dass wir die bei den Coccidien so gewöhnlichen doppelten Cystenhüllen auch bei den früher besprochnen freien Gregariniden mehrfach in gleicher Ausbildung trafen.

Bei einer Form, der Schneider'schen Cyclospora, ist es sicher, dass die innere Cystenhaut erst nach der äusseren entsteht, indem sie hier erst gebildet wird, wenn sich der Cysteninhalt durch Condensation beträchtlich aus den Polen der äusseren, länglichen Hülle zurückgezogen hat. In diesem Fall ist also die innere Cystenhülle viel kürzer wie die äussere und wenn sich die Condensation des Cysteninhalts noch weiter fortgesetzt hat, scheinen die polaren Theile der inneren Hülle wie zwei Scheidewände den Hohlraum der äusseren Cystenhülle jederseits zu durchsetzen, indem nämlich in der äquatorialen Region die beiden Hüllen dicht aufeinander lagern und daher hier nicht zu unterscheiden sind (39. 2). Eigenthümlich scheinen sich die Hüllen bei dem Coccidium oviforme zu verhalten, da es Leuckart für sehr wahrscheinlich hält, dass sich hier zunächst eine sehr zarte Umhüllungshaut bilde, unter welcher dann erst die eigentliche, dickere und in ihrer Gestalt etwas verschiedene Cystenhaut entsteht (37. 11a). Die erstgebildete zarte Hülle geht bald verloren (11b). An der einfachen Cystenhaut oder der äusseren dickeren der beiden Häute finden sich zuweilen noch besondere Auszeichnungen. Bei den Leber- und Darmcoccidien der Säugethiere wurde vielfach (zuerst von Waldenburg) eine feine Oeffnung (sogen. Mikropyle) an einem Pol der eiförmigen Cystenhaut beobachtet. Eimer will an den Darmcoccidien der Maus (Eimeria falciformis) häufig sogar an beiden Polen solche Mikropylöffnungen gesehen haben (38. 2b). Auch Aimé Schneider beobachtete an dem einen Pol der einfachschaligen Orthospora eine eigenthümliche Marke („stigma") der Cystenhaut, vielleicht ein der sog. Mikropyle der andern Beobachter entsprechendes Gebilde (39. 1); jedenfalls hält es Schneider aber nicht für eine Oeffnung. Bei der Condensation bleibt der Cysteninhalt dieser Form anfänglich und regelmässig durch einen feinen Plasmafaden an dieser Marke der Schalenhaut befestigt, später löst sich jedoch der Faden und zieht sich in das übrige Plasma zurück. Die einfache Cystenhaut der Orthospora scheint weiterhin noch in ihrer äquatorialen Region von feinen Porenkanälchen durchsetzt zu sein, bis jetzt das einzig bekannte Vorkommen solcher Gebilde bei den Cystenhüllen der Sporozoën.

Ueber die chemische Natur der Cystenhäute liegen keine genaueren Angaben vor, jedoch betonen eine Reihe Forscher ihre grosse Widerstandsfähigkeit gegen Reagentien (ClH, NO_3H, KHO). Kauffmann behauptete sogar, dass die Cystenhaut des Coccidium oviforme von Schwefelsäure nicht zerstört werde.

Wie bemerkt, richtet sich die Gestalt der Cysten nach der der reifen Coccidien, wir begegnen daher kugligen, eiförmigen bis etwas cylindrischen, aber auch zuweilen birnförmigen. (Vergl. T. 37—39.)

Die Weiterentwicklung der Cysten beginnt häufig mit einer schon mehrfach erwähnten Condensation ihres Inhalts, welcher sich in den länglichen Cysten aus den Polen zurückzieht und im Centrum kuglig zusammenballt. Bei birnförmig gestalteten Cysten ballt sich der Inhalt im breiteren Cystentheil zusammen. Dagegen scheinen Formen mit kugligen Cysten häufig keine oder doch nur eine sehr schwache Condensation aufzuweisen.

In ziemlicher Uebereinstimmung berichten die Untersucher, dass einige Zeit nach vollzogner Encystirung der Kern verschwinde, was ja auch für die entsprechende Entwicklungsstufe der eigentlichen Gregarinen allgemein betont wird. Leuckart fand zwar im Cysteninhalt des Coccidium oviforme stets, sogar nach der Vermehrung noch in jedem der Theilproducte (Sporoblasten), einen centralen hellen Fleck, er bestreitet jedoch dessen Kernnatur, da er sich nicht färben liess. Wie bei den eigentlichen Gregarinen möchten wir auch bei den Coccidien das gänzliche Schwinden des Kernes bezweifeln, denn wir werden finden, dass in den Entwicklungsproducten des Cysteninhalts, den sichelförmigen Keimen, Zellkerne nicht selten deutlich nachweisbar sind.

Neuerdings konnte Aimé Schneider (94) bei einer Coccidie (Cyclospora glomericola) die sehr interessante Beobachtung machen, dass man kurz vor oder nach dem Verschwinden des Zellkerns in den von Flüssigkeit erfüllten beiden Polen der Cyste je ein kleines glänzendes Körperchen auftreten sieht (39 .2b). Der ursprünglich im Centrum des Cysteninhalts gelegne Kern war vor seinem Verschwinden ganz dicht unter die Oberfläche in der Aequatorialregion gerückt. Mit grosser Berechtigung hebt Schneider ohne Zweifel die Aehnlichkeit der beiden glänzenden Körperchen mit den sogen. „Richtungskörperchen“ der sich entwickelnden Eizelle hervor. Diese Beobachtung eröffnet eine verlockende Aussicht auf weitere Fortschritte in der Erkenntniss der Beziehungen der Fortpflanzungsvorgänge bei Proto- und Metazoën.

Die weitere Entwicklung der encystirten Coccidien vollzieht sich ähnlich wie bei den freien Gregariniden entweder an dem Bildungsort der Cysten oder aber nachdem diese auf irgend welchem Weg in die Aussenwelt gelangt sind. Die Cysten zahlreicher Coccidien scheinen jedoch vor ihrer weiteren Entwicklung wenigstens aus den Zellen, in welchen sie ursprünglich schmarotzten, in die Körperhöhlen ihrer Wirthe entleert zu werden, wenngleich auch häufig bei gewissen Formen Cysten mit ausgereiften Sporen in den Zellen angetroffen werden.

Die Weiterentwicklung im Wirthsthier scheint sich bei vielen Coccidien der Wirbellosen und der kaltblütigen Wirbelthiere zu finden, jedoch nicht stets, zum mindesten hat Schneider bei seiner Cyclospora aus dem Darm

von Glomeris (Myriopode) constatirt, dass die Weiterentwicklung der Cysten erst in den Fäces des Wirthes eintritt. Dasselbe findet sich wenigstens bei einem Theil der Coccidien der Warmblüter, sicher bei dem sogen. Coccidium oviforme und den Darmcoccidien der Vögel (nach Rivolta's Untersuchungen). Die Darmcoccidien der Säugethiere scheinen dagegen, wenn auch nicht stets, so doch häufig am Encystirungsort ihre weitere Entwicklung zu durchlaufen. Rivolta hält den Unterschied in Bezug auf den Ort der Weiterentwicklung sogar für so wichtig, dass er hauptsächlich hiernach die Coccidien in zwei Gattungen sondert, die mit externer Entwicklung als Cytospermium, die anderen dagegen als Psorospermium bezeichnet. Fraglich dürfte wohl erscheinen, ob diejenigen Coccidien, welche für gewöhnlich ihre weitere Entwicklung erst ausserhalb des Wohnthieres beginnen, nicht auch in der Entwicklung weiter fortschreiten würden, wenn sie nur hinreichend lange im Organismus des Wohnthieres zurückgehalten würden.

Der weitere Entwicklungsprocess der encystirten Coccidien besteht nun wie bei den eigentlichen Gregarinen darin, dass sich aus ihrem protoplasmatischen Leib eine verschiedne Anzahl von Sporen oder Pseudonavicellen hervorbildet. Die Sporulation scheint fast durchaus eine complete zu sein, d. h. der Inhalt des Protoplasmaleibes sich gänzlich ohne Rückstand in Sporen umzubilden. Die Nierencoccidien des Frosches scheinen nach Lieberkühn's Angaben hiervon z. Th. eine Ausnahme zu machen, indem deren Cysten häufig neben den Sporen noch körnige Masse aufweisen; ebenso bleibt auch nach Schneider's Untersuchungen bei der Sporulation der Klossia soror zuweilen ein centraler Rest des Cysteninhalts unverbraucht.

Die Sporulation der Coccidien führt zur Bildung einer sehr verschiednen Zahl von Sporen, und zwar wächst die Sporenzahl im Allgemeinen mit der Grösse der Coccidienformen. Das einfachste Verhalten treffen wir in dieser Hinsicht bei den Gattungen Eimeria Schn. und Orthospora Schn. (Unterabtheil. Monosporea Schn.). Hier bildet sich nämlich der Inhalt der encystirten Coccidie in seiner Gesammtheit zu einer einzigen Spore um, indem er sich im Centrum der Cystenhaut zu einer kugligen Spore zusammenzieht, welche entweder nackt bleibt (Orthospora, T. 39. 1) oder sich in eine sehr zarte Sporenhaut hüllt (T. 38. 2).

Bei den übrigen Coccidien bildet der Cysteninhalt eine grössere Anzahl von Sporen aus; eine Reihe von Formen (Unterabtheilung der Oligospora Schn.) erzeugt eine geringe und, wie es scheint, für eine und dieselbe Form in der Regel constante Sporenzahl. Die Sporen entstehen in diesem Fall durch einen Theilungsprocess des Cysteninhalts.

Bei den hierhergehörigen Gattungen Cyclospora Schn. und Isospora Schn. zerfällt der Inhalt durch einfache Theilung in zwei kuglige oder ovale Sporoblasten, welche allmählich eine spindelförmige (Cyclospora, T. 39. 2) oder birnförmige (Isospora) Gestalt annehmen und sich durch

Ausbildung einer einfachen Sporenhülle zu zwei spindel- oder birnförmigen Sporen entwickeln.

Auch bei gewissen Darmcoccidien der Vögel (Psorospermium Avium Rivolta) soll die Sporenbildung nach Rivolta eine ähnliche sein, indem der Inhalt gleichfalls nur in zwei Sporoblasten zerfalle. Dasselbe gibt Rivolta auch für gewisse Coccidien der Darmzotten des Hundes an.

Bei der Gattung Coccidium (oviforme Lck. der Kaninchenleber) zerfällt der im Centrum der Cyste kuglig condensirte Protoplasmaleib durch eine wahrscheinlich ziemlich simultan geschehende Theilung in vier Sporoblasten (37. 11c), welche sich zu ovalen Körperchen umformen und eine ihrer Oberfläche dicht aufliegende, sehr zarte Sporenhülle ausscheiden (11d). An dem einen, etwas mehr zugespitzten Pol der Sporenhülle dieser Form findet sich ein zuerst von Stieda beobachtetes kleines, dunkles Knöpfchen.

Gegenüber diesen meist kleineren Formen mit sehr wenigen Sporen, finden wir bei den grösseren (Unterabtheilung Polysporea Schn.) einen Zerfall des Cysteninhalts in zahlreiche Sporen, ähnlich wie bei den gewöhnlichen Gregariniden. Eine grosse Menge von Sporen wird in den häufig stecknadelkopfgrossen Cysten der Froschniere erzeugt, ganz ähnlich ist dies auch bei den ansehnlichen Coccidiencysten der Cephalopoden (38. 1e), etwas geringer dagegen bei den auch kleineren der Gastropodenniere (37. 10d; beide Molluskenformen zur Gatt. Klossia Schn. gehörig). Der Vorgang der Sporulation ist bei diesen Polysporeen bis jetzt nur noch wenig ausreichend aufgeklärt. Nach den Beobachtungen von Kloss an der Klossia helicina möchte es scheinen, dass hier der Sporulationsact in etwas verschiedner Weise geschehen könnte, entweder durch einen ziemlich unregelmässig verlaufenden Zerfallsprocess des condensirten Cysteninhalts in eine Anzahl unregelmässiger bis rundlicher und an Grösse ziemlich verschiedner Kugeln (37. 10e) oder aber durch simultanen Zerfall in zahlreichere (bis über 60) gleichgrosse kuglige Sporoblasten. Ob der ersterwähnte Entwicklungsprocess durch weiteren Zerfall der unregelmässigen grösseren Theilproducte ebenfalls zur Bildung kleiner Sporoblasten führt, scheint bis jetzt unsicher.

Auch Eberth hat in den Cysten der Cephalopodencoccidie z. Th. unregelmässigen Zerfall in eine Anzahl Theilstücke beobachtet, die eigentliche Bildung der zahlreichen Sporen der reifen Cysten jedoch nicht ausreichend zu ermitteln vermocht. Wahrscheinlich wird jedoch die Sporulation bei diesen Angehörigen der Gattung Klossia allgemein in der neuerdings von Schneider von der Klossia soror berichteten Weise vor sich gehen. Hier knospen die Sporoblasten von der Oberfläche des Cysteninhalts genau in derselben Weise wie bei zahlreichen echten Gregarinen hervor (39. 4); gleichzeitig soll aber der encystirte Plasmakörper zuweilen eine Art Fragmentation erfahren. Meist zerfällt der Cysteninhalt dieser Form

durch fortgesetzte Knospung vollständig in Sporoblasten oder es bleibt doch nur ein geringer unverbrauchter Rückstand übrig.

Die Sporen der Polysporea sind meist einfach kuglige Gebilde, so bei den bekannten Klossien durchaus. An den Sporen der Cephalopoden-Klossia will Eberth z. Th. eine zweifache Umhüllung gefunden haben, von welchen die äussere gewöhnlich stärker und fester war und zuweilen auch einen mikropyleartigen, kleinen Aufsatz besass. Durch Druck soll die Sporenhaut in zwei Hälften auseinanderbersten. Schneider, welcher diese Form späterhin gleichfalls beobachtete, schreibt ihren Sporen nur eine einfache, ziemlich dicke Schale zu (38. 1d—f). Im plasmatischen Sporeninhalt fand Eberth gewöhnlich einen, zuweilen jedoch bis zu vier sog. Nuclei; nach den Abbildungen sind es helle Flecke, welche hinsichtlich ihrer Nucleusnatur weiterer Aufklärung bedürfen. In den Sporen der übrigen Coccidien ist ein Nucleus bis jetzt noch nicht beobachtet worden. Die Sporen der Gastropodenklossien sind kuglig mit einfacher, zarter Membran (37. 10e—f); dagegen besitzen die der Froschniere-Coccidien nach Lieberkühn eine spindelförmige Gestalt, ähnlich den Sporen der Regenwurm-Monocystiden.

Die vorstehende Uebersicht der Sporulationsverhältnisse der Coccidien lässt uns erkennen, dass dieselben principiell mit denen der freien Gregariniden übereinstimmen. Die Sporulation der Polysporeen ist thatsächlich dieselbe wie die zahlreicher echter Monocystiden und die Vorgänge der Oligo- und Monosporeen lassen sich ohne Schwierigkeit von diesem Verhalten ableiten. Auf Grund der Sporenbildung lässt sich daher eine Sonderung der Coccidien von den Monocystiden nicht rechtfertigen. Ebensowenig jedoch auch auf Grund der weiteren Entwicklung der Sporen, wie wir gleich sehen werden.

Wie die Sporen einer Anzahl freier Gregariniden zeigen auch die der Coccidien eine weitere Entwicklung, mit Bildung einer sehr verschiednen Zahl sogen. sichelförmiger Keime. Diese Erscheinung beschrieb zum ersten Mal Lieberkühn von der Coccidie der Froschniere und kurze Zeit darauf schilderte sie Kloss sehr vollständig für die von ihm entdeckte Klossia helicina. Bei dem Coccidium oviforme der Kaninchenleber hat zunächst Stieda diesen Process richtig erkannt. Gerade letztere Form bietet auch den einfachsten Entwicklungsgang der Sporen dar, indem sich hier in jeder Spore nur ein einziges sichelförmiges Keimchen ausbildet. Spätere Forscher, namentlich Leuckart, haben die Richtigkeit der Stieda'schen Schilderung bestätigt. Der Sporeninhalt des Coccidium sondert sich bei der Weiterentwicklung in einen hellen, durchsichtigen und einen körnigen Theil. Der erstere liegt als ein C förmig gekrümmtes Stäbchen der Sporenhülle dicht an und seine beiden etwas zurückgekrümmten Enden, welche ihre Lagerung in den Polen der Spore finden, sind knopfförmig angeschwollen (37. 11e—h). Der körnige Rest, den wir auch hier wie

bei den Sporen der Gregarinen als Restkörper (Nucleus de reliquat) bezeichnen dürfen, liegt der Concavseite des Stäbchens an und füllt den Zwischenraum zwischen den knopfförmigen Enden ziemlich aus, so dass er bei gewisser Lage der Spore das Mittelstück des Stäbchens völlig verdeckt und nur die beiden Endknöpfe sichtbar hervortreten.

Rivolta hat aus den Darmzotten des Hundes Psorospermien beschrieben, die nach ihrer Bildung, sowie wegen ihrer Kleinheit (Länge = 0,008—0.012 Mm.) es sehr wahrscheinlich machen, dass sie aus der Cystenhülle befreite isolirte Sporen mit einem sichelförmigen Körperchen und dem Nucleus de reliquat darstellen; sollte diese Auffassung unrichtig sein, und diese Gebilde thatsächlich Coccidiencysten mit einem einzigen sichelförmigen Körperchen darstellen, so müssten wir annehmen, dass sich auch monospore Coccidien, bei welchen die Spore nur ein einziges sichelförmiges Körperchen ausbildet, finden. Er will jedoch auch einzelne dieser Gebilde beobachtet haben, welche statt des einzigen sichelförmigen Keimes drei längliche oder vier etwas unregelmässige helle Körperchen neben einer körnigen Masse (dem Restkörper) aufwiesen. Die Erklärung hierfür findet sich vielleicht weiter unten bei der Besprechung der von Rivolta und Anderen den Sporen zugeschriebnen Entwicklungsprocesse.

Bei den Gattungen Cyclo- und Orthospora entstehen in jeder Spore einige sichelförmige Keime und zwar bei Cyclospora nur zwei, bei Orthospora dagegen vier. In beiden Fällen, sicher jedenfalls bei Orthospora, entstehen die sichelförmigen Keime durch einen Knospungsprocess des Sporenplasmas in ganz ähnlicher Weise wie die Sporoblasten zahlreicher eigentlicher Gregarinen und gewisser Coccidien aus der Oberfläche des Cysteninhalts hervorknospten. Man sieht hier die sichelförmigen Keime als perlartige Auswüchse allmählich aus der Oberfläche des körnigen Sporenplasmas hervorwachsen (39. 1b). Der unverbrauchte Rest des körnigen Plasmas bleibt schliesslich als ein sogen. Restkörper zwischen den entwickelten Keimen liegen. Es erscheint nicht zweifelhaft, dass auch der einzige Keim der Coccidiumspore seine Entstehung einem entsprechenden Knospungsprocess des Sporenplasmas verdankt. Wie Schneider betont, ist es interessant, dass bei den drei Geschlechtern Orthospora, Cyclospora und Coccidium die definitive Zahl der Keime vier beträgt, obgleich ihre Sporenzahl resp. eins, zwei und vier ist. Die grössere Zahl der gebildeten Keime compensirt also die geringere Sporenzahl.

Bei den übrigen genauer untersuchten Coccidien kommt ähnlich den freien Gregariniden in einer Spore eine grössere und, wie es scheint, meist unconstante Zahl von Keimen zur Ausbildung und neben ihnen findet sich wohl stets ein sogen. Restkörper. Der Entwicklungsgang der Keime aus dem Sporenplasma ist bis jetzt nur sehr unzulänglich ermittelt. Am eingehendsten hat sich hiermit Eimer bei der Darmcoccidie der Maus (Eimeria Schnd.) beschäftigt, jedoch halte ich den von ihm geschilderten Entwicklungsgang nicht gerade für sehr wahrscheinlich, da er mit dem, was wir von der Bildung der entsprechenden Keime in den Monocystissporen der Regenwürmer und den übrigen Coccidiensporen wissen, nicht recht harmonirt. Nach Eimer sollen nämlich im Inhalt der Spore gewöhnlich eine Anzahl glänzender Körperchen (nach der Abbildung helle Flecke) auftreten (38. 2d), welche sich auf Kosten des körnigen Sporenplasmas

vergrösserten; das letztere schwinde schliesslich gänzlich und die freigewordnen Körperchen bilden sich zu den sichelförmigen Keimen aus (2e). Diese Bildungsweise scheint mir, wie gesagt, um so weniger wahrscheinlich, da sie keinen Aufschluss über die Herkunft des auch von Eimer fast stets zwischen den sichelförmigen Keimen gefundnen Restkörpers (r) gibt. Eimer glaubt aber, dass sich auch noch ein weiterer Bildungsmodus finde, bei welchem der Sporeninhalt durch fortgesetzte Theilung in eine Anzahl rundlicher Körperchen zerfalle, die sich nachträglich zu den sichelförmigen Keimen umgestalteten.

Der wahrscheinlichste Bildungsgang scheint mir auch hier der schon früher für die Monocystiden betonte zu sein. Der Sporeninhalt zerfällt durch Längstheilung*) zu einem Bündel sichelförmiger Körperchen, zwischen welchen, gewöhnlich dem einen Ende des Bündels genähert, der ziemlich kuglige, körnige Restkörper sich findet, mit welchem der grössere Theil der Körnermasse des ursprünglichen Sporenplasmas als unverwerthbarer Bestandtheil abgeschieden zu werden scheint. Hiermit stimmt denn auch überein, dass die sichelförmigen Keime gewöhnlich in der erwähnten Weise zu einem Bündel der Länge nach zusammengeordnet sind, indem sie sich sämmtlich mit ihren beiden Enden berühren, oder doch sehr nähern (38. 2g). Dass sich häufig Abweichungen von dieser Anordnung finden, ist leicht verständlich, da sich die Keime unserer Coccidien gewöhnlich schon in der Hülle bewegen und damit die ursprüngliche Anordnung schwindet. — Eigenthümlichen Lagerungsverhältnissen der Keime begegnet man bei der Benedenia der Cephalopoden, sie liegen hier nämlich häufig nach zwei zu einander senkrechten Richtungen gekreuzt oder spiralig-concentrisch umeinander (38. 1e—f).

Eine etwas genauere Betrachtung verdient noch der Bau der ausgebildeten sichelförmigen Keime, da derselbe zuweilen einige Besonderheiten verräth. Ihre Gestalt ist meist eine länglich stäbchenartige mit schwach bogenartiger Krümmung im Ruhezustand, so dass sich eine convexe und concave Seite unterscheiden lassen (38. 4a). Die Bezeichnung „sichelförmige Körperchen oder Keime“ st demnach im Ganzen wenig zutreffend, nur bei starker Einkrümmung tritt eine sichelförmige Gestalt vorübergehend hervor. Die Enden der Stäbchen sind meist etwas zugespitzt, jedoch herrscht auch in dem Grad dieser Zuspitzung eine recht erhebliche Verschiedenheit, namentlich ist das eine Ende zuweilen breiter und abgerundet, so dass die Gesammtgestalt dann lang birnförmig wird. Wie erwähnt, besitzen die Keime des Coccidium oviforme eine etwas abweichende Form, da ihre Enden kuglig verdickt sind, ihre Gestalt ist daher etwa hantelförmig.

*) Streng genommen, wäre es jedoch auch hier richtiger, von einer Knospung zu sprechen, da auch hier ein Antheil des Sporenplasmas bei der Bildung der Keime unverbraucht als Restkörper zurückbleibt, also kein völliger Zerfall des Sporenplasmas in Theilstücke statthat. Der nicht getheilte Rest ist jedoch so geringfügig, dass die Bezeichnung des Vorgangs als Theilung nicht ganz ungerechtfertigt erscheint.

Häufig ist das Plasma der Keime, wie es scheint, ganz hyalin, oder doch nur sehr feingranulirt, bei einigen Formen dagegen lassen sich verschieden beschaffene Theile am Keime unterscheiden. Zuvor sei jedoch bemerkt, dass es bei einigen Formen gelungen ist, einen central gelegnen Zellkern mit Sicherheit nachzuweisen. Bütschli beobachtete ihn sehr deutlich, mit ansehnlichem Nucleolus, bei Eimeria Schneideri (38. 4), Schneider bei Eimeria nova und Klossia soror. Ich halte es demnach auch für sicher, dass den Keimen ein Nucleus überhaupt zukommt.

Die erwähnte Zusammensetzung des sichelförmigen Keimes aus verschieden gebildeten Plasmaregionen beobachtete Schneider sehr deutlich bei einem Theil der Keime der Orthospora propria des Triton (39. 1d—e). Hier setzen sich die Stäbchen nicht selten recht deutlich aus drei segmentartigen Abschnitten zusammen; einem mittleren feingranulirten und zwei endständigen ziemlich hyalinen. Die Grenzen dieser scheinbaren Segmente ziehen schief von der Convexseite der Keime bis zum Mittelpunkt der Concavseite herab, so dass sich hier die beiden hyalinen Endsegmente berühren, während sie auf der Convexseite weit von einander abstehen. Doch scheinen auch Abweichungen und Unregelmässigkeiten in der Vertheilung des hyalinen und körnigen Plasmas vorzukommen. Ein Theil der Keime zeigt das körnige Plasma an einem, dem mehr zugespitzten Ende angehäuft. Eine ähnliche Unterscheidung dreier Abschnitte beobachtete Schneider auch bei der Isospora rara, hier bemerkt man ein mittleres schwächer lichtbrechendes und zwei endständige starklichtbrechende und daher bläulich erscheinende Segmente (T. 39. 3).

Aehnlich scheinen sich gewöhnlich die sichelförmigen Körperchen zu verhalten, welche in neuester Zeit in den Blutkörperchen, Milzzellen und verschiednen anderen Gewebezellen des Frosches und anderer Amphibien von Gaule (93, 95) beobachtet wurden und denen Lankester (97) den Namen Drepanidium Ranarum gab. Auch diese, ihrer Natur und Herkunft nach bis jetzt noch nicht hinreichend aufgeklärten Keime, lassen gewöhnlich drei Abschnitte unterscheiden, einen mittleren hellen und zwei endständige dunklere (39. 5). Nach den Angaben Lankester's soll diese Differenzirung hier davon herrühren, dass in jedem der Endabschnitte ein rundlicher starklichtbrechender Körper eingelagert ist, welcher nach Behandlung mit Jodlösung deutlich hervortritt. Auch Gaule zeichnete zwei entsprechende dunkle Körper in seinen Abbildungen mehrfach ein, häufiger jedoch zwei bis drei helle durchsichtige Körperchen, welche er für Tröpfchen oder Bläschen halten möchte und die nach ihm den Anschein heller Querstreifen hervorrufen, die über das Drepanidium hinziehen. (Auch auf Lankester's Abbildung erscheinen übrigens die zwei angeblich stärker lichtbrechenden Körperchen als zwei ganz helle durchsichtige Flecken.)

Wie schon bemerkt wurde, zeigen die sichelförmigen Keime der Coccidien z. Th. sehr deutliche Bewegungserscheinungen, zuweilen schon

innerhalb der Spore; viel energischer gewöhnlich nach ihrem Austritt aus der Sporenhülle. Ein spontanes Austreten der Keime wurde mehrfach beobachtet, so von Kloss bei Klossia (helicina); meist lässt sich das Hervortreten der Keime durch künstliche Zersprengung der Sporenhülle leicht erzielen. Die Bewegungserscheinungen der Stäbchen sind entweder nematodenartige, wie wir sie auch an kleinen, ähnlich gestalteten Gregarinen gefunden haben, d. h. recht energische Zusammenkrümmungen nach der concaven Seite (38.4b) und Wiederausstreckung, z. Th. jedoch auch Zusammenziehungen, wobei eine tiefere Gestaltsveränderung eintritt, so Zusammenziehung zu nahezu birnförmiger Gestalt (4c), welcher jedoch eine Wiederausstreckung zur gewöhnlichen Form folgt.

Auch wirkliche Ortsbewegung tritt zuweilen auf, welche nach den Beobachtungen von Kloss bei der Klossia in der Art geschieht, dass die kleinen Wesen in euglenen- oder blutegelähnlicher Weise umherkriechen, wogegen Eimer von Eimeria eine mehr amöboide Beweglichkeit beschreibt; doch tritt letztere erst ein, wenn das Keimchen seine sichelförmige Gestalt durch Zusammenziehung dauernd in eine kuglige verändert ist (37.13a—e). Jedoch scheinen diese amöboiden Bewegungen nie sehr energisch zu sein und die dadurch hervorgerufnen Gestaltsveränderungen nur gering. Zu eigentlicher Pseudopodienentwicklung scheint es kaum zu kommen*). Eigenthümlich ist schliesslich noch eine schwimmende oder rotirende Bewegung, welche Kloss zuweilen bei der Klossia und ich bei der Eimeria Schneideri beobachtet habe. Hierbei schwimmt das Keimchen längere Zeit in einem Kreise herum, dessen Mittelpunkt in einiger Entfernung von der ihm stets zugekehrten Concavseite des Keimes liegt. Es ist dies also eine Kreisbewegung ähnlich der, welche wir auch schon an den sich zur Encystirung anschickenden, conjugirten Clepsidrinen etc. beobachtet haben. Es gibt aber auch unter den Coccidien gewisse Formen, bei welchen bis jetzt noch keine Beweglichkeit der sichelförmigen Keime beobachtet werden konnte, dies gilt namentlich für das recht eingehend studirte Coccidium oviforme.

Wie bei den freien Gregariniden spricht auch hier alles dafür, dass sich die sichelförmigen Körperchen nach ihrer Befreiung aus der Sporenhülle unter geeigneten Bedingungen direct zu den reifen Gregarinen, resp. Coccidien entwickeln. Gerade für die letzteren ist dieser Entwicklungsgang als nahezu sichergestellt zu betrachten. Bevor wir jedoch zu einer genaueren Verfolgung der in dieser Hinsicht maassgebenden Beobachtungen übergehen, wollen wir noch einen Blick auf gewisse Forschungen werfen, welche eine von der seither gegebnen Darstellung ab-

*) Aimé Schneider (94) glaubt von kleinen Amöben (von 0.01 Mm. Durchmesser), welche er in der Niere von Neritina fluviatilis gefunden hat, die Klossia soror der Nierenzellen dieser Prosobranchiate ableiten zu dürfen. Er beobachtete den Beginn einer Encystirung dieser Amöben. Doch scheint ein sicherer Zusammenhang zwischen diesen Amöben und der Coccidie bis jetzt noch nicht festgestellt.

weichende und eigenartige Weiterentwicklung der Coccidiensporen zu erweisen suchten. Diese Beobachtungen beziehen sich fast ausschliesslich auf das Coccidium oviforme oder die demselben in ihrer Entwicklung ganz ähnlichen Darmcoccidien gewisser Säugethiere. Schon Reincke glaubte 1866 innerhalb der in den Sporen befindlichen Stäbchen dieser Coccidien noch weitere Bildungen zu beobachten. Er fand in ihnen nämlich stets 3—4 scharf umschriebne bläuliche Körper, von wachsartigem Glanz, von welchen zwei die äussersten Enden der Stäbchen einnahmen, der andre oder die beiden andern dagegen in gleichen Abständen zwischen diesen endständigen vertheilt waren.

Eine gewisse Beziehung zu diesen Beobachtungen haben jedenfalls die späteren Mittheilungen von Waldenburg und Rivolta. Ersterer erkannte die Bildung von sichelförmigen Keimen in den Sporen gar nicht an, sondern findet in letzteren zwei helle Kerne*), welche in den Polen der ovalen Sporen liegen (ohne Zweifel sind dies die kuglig angeschwollnen Enden des Keimes). Im Verlauf der weiteren Entwicklung soll die Zahl der Kerne sich verdoppeln (37. 12a) und der Sporeninhalt schliesslich, entsprechend den vier Kernen, zu vier kleinen kernhaltigen Zellen zerfallen, welche nach Waldenburg die wahren Keime des Coccidium oviforme darstellten (12b). In ähnlicher Weise lässt Rivolta innerhalb der Sporen die eigentlichen Keime, welche er „Micrococci psorospermici“ nennt, in Vierzahl entstehen, jedoch nicht durch einen Theilungsprocess, sondern in dem Innern des Sporenplasmas durch eine Art endogener Bildung. Die Keime sind nach ihm sehr kleine glänzende Körperchen. Nach der Uebertragung solch reifer Coccidiencysten in den Leib eines andern Parasitenträgers sollen diese Micrococci psorospermici hervorschlüpfen, sich amöboid bewegen, wachsen und sich durch Theilung vermehren, um hierauf nach Eindringen in eine Epithelzelle ihrer weiteren Entwicklung entgegenzugehen. Früherhin (1869) dagegen glaubte Rivolta, dass sich die Micrococci nach ihrem Hervorschlüpfen in bewimperte Infusorien umwandelten, welche er im Darm und auch der Leber der mit Coccidien inficirten Kaninchen gefunden haben will und welche in die Epithelialzellen eindringend ihr Wimperkleid abstreifen und sich zu den Coccidien entwickeln sollten. Auch Waldenburg will in der Flüssigkeit der Leberknoten der Kaninchen kleine, meist kernhaltige Körperchen gefunden haben, welche er für die ausgeschlüpften und übertragnen Keime hält, und deren amöboide Beweglichkeit ihm auch sehr wahrscheinlich wurde**).

*) Diesem Stadium geht jedoch nach Waldenburg noch ein einkerniges zuvor, während die jugendlichen Sporoblasten kernlos seien. Waldenburg liess die Entwicklung der von ihm untersuchten Coccidiencysten entweder in Lösungen von Chromsäure oder doppeltchromsaurem Kali vor sich gehen. Es ist nicht recht einzusehen, weshalb er solche, jedenfalls sehr unnatürliche Entwicklungsbedingungen auswählte, wenn dieselben auch im Allgemeinen den Entwicklungsgang nicht wesentlich zu beeinflussen scheinen, was übrigens nach einer Beobachtung Eimer's bei den Darmcoccidien der Maus nicht immer so zu sein scheint.

**) Waldenburg hatte jedoch sehr eigenthümliche Vorstellungen von der amöboiden Beweglichkeit, was z. B. daraus hervorgeht, dass er dieselbe auch an den mit Chromsäurelösung behandelten Lebern noch beobachtet haben will.

Die Ausbildung der Micrococci psorospermici will Rivolta auch bei gewissen Darmcoccidien der Vögel (Psorospermium avium Rivolta) beobachtet haben; hier sollen sich jedoch in den nur in Zweizahl, wie oben bemerkt wurde, gebildeten Furchungskugeln (Sporoblasten?) nicht weniger wie 10—15 solcher Micrococcen entwickeln; ja nach Piana soll diese Micrococcenentwicklung hier auch ohne vorhergehende Zweitheilung im Cysteninhalt auftreten können.

Gegen die Berechtigung der Waldenburg-Rivolta'schen Auffassung des Entwicklungsgangs des Coccidium oviforme spricht sich Leuckart (92) neuerdings aus. Nach ihm lassen sich ähnliche Zerfallserscheinungen, wie sie Waldenburg für die Sporen dieser Coccidie schildert, wirklich beobachten, jedoch sind es keine normalen Entwicklungserscheinungen, sondern Vorgänge, welche das Zugrundegehen und die Zerstörung der Coccidiencysten bei langer Aufbewahrung in Wasser etc. begleiten. So wahrscheinlich mir selbst diese Deutung der Waldenburg-Rivolta'schen Angaben, namentlich in Anbetracht des von den übrigen Coccidien bekannten Entwicklungsganges erscheint, so frappirt doch die grosse Regelmässigkeit, welche nach Waldenburg's Schilderung und Abbildungen bei dem Zerfall des Sporenplasmas herrschen soll und lässt eine weitere Aufklärung dieser Angelegenheit wünschenswerth erscheinen.

Ueber das definitive Schicksal der sichelförmigen Keime, ihre Wiederentwicklung zu der reifen Coccidie liegen bis jetzt ganz directe Beobachtungen nicht vor. Wir wissen aus den Beobachtungen von Kloss und Eimer, dass die Keime sich schliesslich durch Zusammenziehung kuglig gestalten und dass die jugendlichsten in den Zellen schmarotzend angetroffnen Coccidien in Bezug auf Grösse und Bau kaum oder nicht von diesen kuglig umgestalteten Keimen abweichen. Dies macht es natürlich höchst wahrscheinlich, dass die sichelförmigen Keime vor oder nach ihrer Gestaltsmetamorphose mit Hülfe ihrer Bewegungen in die Epithelzellen eindringen und sich hier direct weiterentwickeln, dagegen ist dieser Einwanderungsvorgang bis jetzt noch kaum Gegenstand directer Wahrnehmung gewesen.

Ein eigenthümliches Licht werfen aber die interessanten Beobachtungen Gaule's auf die Frage nach den Wanderungen und dem weiteren Verhalten der sichelförmigen Keime. Wie schon erwähnt, hat dieser Forscher zuerst in den rothen Blutkörperchen des Frosches, später in den Milzzellen und anderen Gewebezellen dieses und anderer Vertreter der Amphibien Organismen angetroffen, welche wohl unzweifelhaft sichelförmige Keime einer Coccidie sind, wenn es auch bis jetzt noch sehr unsicher erscheint, welcher Coccidienform sie zugehören (39. 6). Gaule beurtheilt seine Befunde ohne Zweifel sehr irrthümlich, da er die Ansicht zu vertheidigen sucht, dass diese sichelförmigen Keime in den betreffenden Zellen entständen, sei es aus deren Plasma oder, wie es ihm später wahrscheinlicher schien, aus ihrem Kern.

Wie gesagt, weist die gesammte Natur und speciell der schon früher kurz geschilderte Bau dieser Gebilde mit einem hohen Grad von Sicherheit darauf hin, dass sie Keime von Coccidien darstellen. R. Lankester berichtigte zuerst die irrthümliche Ansicht Gaule's und ich muss ihm hierin ganz zustimmen. Bei dieser Auffassung der sogen. Würmchen oder Cytozoën Gaule's erhalten aber die Beobachtungen dieses Forschers ein besonderes Interesse, da er mancherlei Merkwürdiges von dem Verhalten dieser Keime berichtet.

Unter geeigneten Bedingungen sieht man nämlich die in den Zellen (speciell den rothen Blutkörperchen) ruhenden Keime wieder beweglich werden und kann schliesslich ihr Auswandern beobachten. Sie bewegen sich dann lebhaft in der schon geschilderten Weise in der umgebenden Flüssigkeit umher und wandern namentlich auch gelegentlich wieder in andre Zellen ein. Die Gaule'sche Beobachtung ist demnach gleichzeitig bis jetzt die einzige, welche ein Einwandern der sichelförmigen Keime direct constatirt und sie weist gleichzeitig nach, dass die Einwanderung im gewöhnlichen Zustand des Keims statthaben kann, dass eine Umformung desselben zu einer kleinen Amöbe keineswegs eine Bedingung der Einwanderung und Weiterentwicklung zu sein scheint. Gleichzeitig erregen die Gaule'schen Befunde unser Interesse namentlich noch deshalb, weil aus der weiten Verbreitung der sichelförmigen Keime in den Gewebezellen der Frösche hervorzugehen scheint, dass auch im normalen Entwicklungsgang der Keime Wanderungen aus einer Zelle in die andere statthaben können. Bis jetzt wenigstens sind entwickelte Coccidien bei den Fröschen nur in der Niere und dem Darmepithel constatirt worden und jedenfalls scheint es kaum möglich, dass die in den rothen Blutkörperchen dieser Thiere so häufigen Keime hier ihrer Weiterentwicklung entgegengehen, da reife Coccidien in den Blutkörperchen der Frösche kaum zu übersehen gewesen wären.

Unter diesen Umständen erscheint es daher wahrscheinlich, vorausgesetzt, dass die beschriebnen Organismen wirklich Keime von Coccidien und nicht etwa entwickelte Formen sind, dass sie im Verlaufe des normalen Entwicklungsgangs die Blutkörperchen verlassen und in andern Zellen (Lankester vermuthet in der Niere) ihrer definitiven Ausbildung entgegengehen. Die Eventualität, dass die Coccidienkeime der Blutkörperchen, Milzzellen etc. nur verirrte Einwanderer seien, welche eine weitere Entwicklung nicht erfahren, scheint mir recht wenig annehmbar.

Nach den früher schon gemachten Angaben dürfte es kaum nöthig sein, hervorzuheben, dass in einer Reihe von Fällen, so z. B. bei fast sämmtlichen bis jetzt bekannten Coccidien der Wirbellosen, jedoch auch den Formen zahlreicher Wirbelthiere der gesammte Entwicklungsvorgang sich in einem und demselben Wirth abspielt, und auch die sichel-

förmigen Keime sehr wahrscheinlich direct wieder in die Gewebe desselben Wirthes eindringen; während in andern Fällen (wie bei dem Coccidium oviforme, den Darmcoccidien des Kaninchens und der Vögel, sowie der Cyclospora aus Glomeris) die Reifung der Keime im Freien geschieht und letztere dann wahrscheinlich in anderen Individuen ihre Weiterentwicklung vollziehen. Wie jedoch einerseits im letzteren Fall eine Wiederaufnahme durch denselben Wirth nicht ausgeschlossen ist, so wird sich andrerseits auch im ersteren Fall die gelegentliche Uebertragung der encystirten Coccidien (die der isolirten sichelförmigen Körperchen scheint unwahrscheinlich) in die Aussenwelt und damit Gelegenheit zu einer Ausbreitung dieser Coccidien auch auf andre Individuen finden.

5. System der Gregarinida.

Im Verlaufe unsrer seitherigen Darstellung mussten wir schon mehrfach hervorheben, dass die systematische Durchforschung der zahlreichen Gregarinidenformen noch eine sehr mangelhafte ist, was hauptsächlich darauf beruht, dass die für die systematische Verarbeitung jedenfalls sehr wichtigen Fortpflanzungserscheinungen, die Bauverhältnisse der Sporen etc. nur von einer beschränkten Zahl bekannt geworden sind. Was daher bis jetzt auf systematischem Gebiet geleistet wurde, kann zunächst nur als Vorarbeit für spätere, auf ausreichenderer Basis zu unternehmende Versuche beurtheilt werden.

Den ersten Versuch einer systematischen Gruppirung der Gregariniden unternahm Stein (18); er unterschied 1848 drei Unterabtheilungen: die Monocystidea, Gregarinaria und Didymophyida und vertheilte die ihm bekannten Formen in sieben Geschlechter: Monocystis, Zygocystis, Gregarina, Sporadina, Stylorhynchus, Actinocephalus und Didymophyes. Dass die Abtheilung der Didymophyida eine wenig naturgemässe war, wurde schon früher hervorgehoben, sie ist von Stein's Gregarinaria nicht zu trennen und es empfiehlt sich, wie wir seither schon mit Schneider gethan, die dementsprechend erweiterte Abtheilung der Gregarinaria, im Gegensatz zu den Monocystidea. als Polycystidea zu bezeichnen. Diese beiden Untergruppen (Ordnungen) dürfen bis auf Weiteres auf eine gewisse Natürlichkeit Anspruch machen, was im Grossen und Ganzen auch durch ihre Verbreitungseigenthümlichkeiten bestätigt zu werden scheint.

Gewisse Forscher haben auf eine Unterscheidung von Genera ganz Verzicht geleistet, so Diesing (25, 26), welcher alle Formen unter die einzige Gattung Gregarina einreihte, oder doch nur die beiden Gattungen Monocystis und Gregarina unterschieden, welche dann natürlich zusammenfielen mit den beiden Untergruppen, wie z. B. R. Lankester (29). Es scheint aber ohne Zweifel gerechtfertigt, in der grossen Reihe der Gregarinidenformen nach dem Vorgang Stein's generische Typen zu unterscheiden,

wenn auch die Stein'schen Genera nicht sämmtlich festgehalten werden können. Einen Versuch zur Feststellung einer Anzahl solcher generischer Gruppen machte 1875 A. Schneider (40), welcher zuerst die Fortpflanzungsverhältnisse, namentlich auch den Bau der Sporen zu einer genaueren Charakteristik der Genera heranzog. Gleichzeitig wurde aber auch die Bauweise der reifen Formen berücksichtigt, wogegen Unterscheidungsmerkmale, wie sie Stein z. Th. verwerthete: z. B. ob die betreffenden Formen frühzeitig Syzygien bilden (Gregarina St.) oder nicht (Sporadina St.), zurückgewiesen wurden.

Ob sich jedoch die Schneider'schen Klassifikationsprincipien, namentlich die vorwiegende Berücksichtigung der Sporengestalt, dauernd bewähren werden, kann erst die Zukunft lehren.

Wir werden seine generischen Gruppen, welche jedoch bis jetzt nur eine beschränkte Zahl der bekannten Formen umfassen, hier acceptiren, die zahlreichen übrigen Formen können nur auf Grund neuer Untersuchungen in das System eingereiht werden.

In neuester Zeit hat Gabriel (46), auf Grund seiner früher schon z. Th. kurz angedeuteten Beobachtungen über die Fortpflanzung und die Natur der Gregarinen überhaupt, eine Neugestaltung des Systems versucht, welche jedoch, wie seine übrigen Gregarinenforschungen, nur in ganz kurzem Abriss vorliegt und daher hier eine eingehendere Analyse und Verwerthung nicht finden kann. Gabriel's System gründet sich ausschliesslich auf die in seinem Sinne aufgefassten und gedeuteten Fortpflanzungserscheinungen. Da diese nun zum Theil für die Mono- und Polycystiden ganz identische seien, andrerseits nach Gabriel's Forschungen die Monocystideen in der Jugend zuweilen die Anlage eines Septums, ähnlich dem der Polycystideen, zeigen sollen, sowie wegen einer Reihe weiterer, weniger wichtiger Gründe, glaubt er die Unterscheidung der Untergruppen der Mono- und Polycystideen verwerfen zu müssen. An Stelle dieser setzt er die Eintheilung in Acystoplasta, d. h. „Gregarinen, welche ohne vorhergehende Encystirung die Keime bilden" und Cystoplasta: „Gregarinen mit, die Zeugung und Entwicklungsvorgänge einleitender Encystirung". „Ein weiterer Unterschied zwischen beiden Hauptuntergruppen sei durch das Auftreten eines nur einfachen Myxomycetenplasmodiums (bei den Acystoplasta) und andrerseits mannigfacher Myxomycetenumbildungen (Cystoplasta), als quellenden Protoplasmas, Bildung von Kalkkörperchen, verschieden nüancirten gelben Pigments, Mycetozole (?) u. a. m. gesetzt."

Eine weitere Untertheilung der Acystoplasta soll nicht angezeigt sein, dagegen werden die Cystoplasta in drei Untergruppen zerfällt. a. Isoplasta: „Myxomycetenreihe und Gregarinenkeime entstehen zu gleicher Zeit und innerhalb eines und desselben mütterlichen Organismus". b. Proteroplasta: „Myxomycetenformen treten vor Bildung der Gregarinenkeime auf". c. Hysteroplasta: „Myxomycetenformen erscheinen

stets nach vollendeter Entwicklung der Gregarinenkeime (Pseudonavicellen, Psorospermien)".

Der Leser wird aus dieser, mit den eignen Worten Gabriel's wiedergegebnen Uebersicht seines Systems entnehmen, dass eine Beurtheilung desselben auf Grund der vorliegenden Mittheilungen nicht möglich erscheint und es daher erklärlich finden, dass wir im Nachfolgenden auf diesen Versuch keine Rücksicht nehmen konnten.

Hinsichtlich der sogen. Coccidien betonten wir schon bei früherer Gelegenheit und suchten durch Mittheilung der einschlägigen Verhältnisse nachzuweisen, dass dieselben mit den eigentlichen Gregariniden zu vereinigen und demgemäss in der Abtheilung der Monocystidea unterzubringen sind.

Die Zahl der bis jetzt bekannten Gregarinidenformen ist bei der auf diesem Gebiet herrschenden Unsicherheit natürlich nicht einmal annähernd mit einiger Bestimmtheit anzugeben. Von den bei kritischer Sichtung etwa in Betracht zu ziehenden 80—90 beschriebnen Formen (darunter etwas mehr Polycystideen wie Monocystideen) dürften bis jetzt zwischen 30 und 40 als einer systematischen Sichtung zugänglich bezeichnet werden. Die übrigen dagegen erwarten ihre genauere Aufklärung von der Zukunft.

Uebersicht der Gattungen.

I. Ordn. Monocystidea.

Synon. Monocystidea Stein und der übrigen Autoren + kugel- und eiförmige Psorospermien.

Char. Ohne Differenzirung des Körpers in zwei oder mehr durch Scheidewände getrennte Abschnitte.

a. Coccidiidae.

Provisorische Abtheilung, welche sich von den übrigen Monocystidea mit Sicherheit zunächst nur auf Grund ihrer Lebenseigenthümlichkeiten sondern lässt, da die hierhergehörigen Monocystidea stets interne Schmarotzer der Gewebe ihrer Wohnthiere, vielleicht sogar stets bis nach vollzogner Encystirung Zellenschmarotzer sind. Zu einer völligen Einreihung dieser Formen zwischen die Geschlechter der freischmarotzenden Monocystideen, scheinen mir unsre Erfahrungen bis jetzt noch nicht ausreichend zu sein. Die systematische Gruppirung der Coccidien in Geschlechter, wozu Versuche von Schneider, Rivolta und Leuckart vorliegen, ist bis jetzt nur eine provisorische. Schneider hat neuerdings (94) eine Vertheilung der Coccidien in eine Anzahl Untergruppen versucht, die wir hier acceptiren.

1. Tribus Monosporea. Der gesammte Inhalt der Cyste bildet sich zu einer Spore um.

Orthospora A. Schn. 1881 (94). (T. 39. 1.)

Der Inhalt der kleinen länglichovalen Cyste (Länge bis 0,036) condensirt sich zu einer kugligen, nackten oder umhüllten Spore, aus welcher vier sichelförmige Keime hervorknospen. Ein Restkörper oder ein Häufchen Fett-(?)körnchen bleibt neben den Keimen erhalten.

Artzahl 1. Darmepithel verschiedner Tritonarten.

Eimeria Schneider 1875 (81), Bütschli (47), Schneider (94). (T. 38. 2, 4, 13.)

Synon. Gregarina (falciformis) Eimer (73).

Cysten kugel- bis eiförmig, mit oder ohne 1—2 Mikropylen, klein (bis gegen 0,04 Mm. Durchmesser). Der Cysteninhalt entwickelt sich nur zu einer Spore und in dieser bilden sich zahlreiche sichelförmige Keime.

Sichere Arten bis jetzt drei. Eimeria falciformis Eim. aus Darmepithel der Maus. (Eimer will jedoch entsprechende Formen auch im Darmepithel des Sperlings, des Frosches und bei Fischen beobachtet haben.) Eimeria Schneideri Btschli. im Darmepithel einer Myriopode (Lithobius) und Ei. nova Schn. in den Zellen der Malpighi'schen Gefässe von Glomeris.

2. Tribus Oligosporea. Der Cysteninhalt entwickelt sich zu einer bestimmten und constanten geringen Anzahl von Sporen.

Cyclospora Schnd. 1881 (94) emend. Btschli. (T. 39. 2.)

Synon. Coccidium Rivolta, Grassi (98).

Durch Theilung des Cysteninhalts entstehen zwei kuglige ovale, ellipsoide oder birnförmige Sporen, in welchen sich nur wenige, 2—4, sichelförmige Keime bilden. Daneben ein Restkörper.

Arten zwei. Darmepithel von Glomeris (C. glomericola Schn.) und der Katze (Coccid. Rivolta Grassi). Vielleicht gehört auch noch hierher das sogen. Psorospermium Avium Rivolta (76) aus dem Darmepithel verschiedner kleiner Vögel, da dasselbe gleichfalls durch Theilung nur zwei Sporen bildet; in jeder derselben sollen sich jedoch hierauf 10—15 „micrococchi psorospermici" hervorbilden. Auch bei einer gewissen Coccidienform aus den Darmzotten des Hundes hat Rivolta nur die Bildung zweier Sporen beobachtet.

Isospora A. Schn. 1881 (94). (T. 39. 3.)

Cysten kuglig (Grösse? scheinen jedoch ziemlich gross); durch Theilung des Inhalts bilden sich zwei birnförmige Sporen, in jeder von welchen eine grössere Anzahl sichelförmiger Keime entstehen. Restkörper?

1 Art. Limax (Organ?).

Coccidium Leuck. 1879 (92). Vgl. haupts. noch Kauffmann (54), Waldenburg (63 u. 69), Stieda (67), Reincke (68) und Rivolta (72 etc.) (T. 37. 11, 12.)

Synon. Psorospermium p. p. Rivolta 1877, Cytospermium Rivolta 1877 p. p.

Klein. Cysten bis zu 0,04 Mm. Länge, eiförmig, meist mit Mikropyle. Zerfall des Inhalts der Cyste in vier Sporen, in jeder von welchen sich nur ein sichelförmiges Körperchen entwickelt.

Die Zahl der event. zu unterscheidenden Arten ist unsicher.

Vorkommen: Gallengangepithel und Darmepithel von Kaninchen, jedoch nach Rivolta auch verschiedner Vögel. Identisch wahrscheinlich auch die Lebercoccidien des Menschen.

3. Tribus Polysporea. Der Cysteninhalt entwickelt sich zu einer grossen Anzahl Sporen.

Klossia Schneider 1875 (81, 94), Kloss (59). (T. 37. 10 u. 39. 3.)

Grösser, bis zu 0,12 Mm. Längsdurchmesser der gewöhnlich eiförmigen Cysten. Completer Zerfall des Cysteninhalts in bis 60 kugelförmige Sporen (ohne Mikropyle). In jeder Spore entwickeln sich 4—6 sichelförmige Keime. Artzahl 3 (Unterschiede jedoch unsicher).

Niere der Helix hortensis, der Succinea amphibia (selten) und Neritina fluviatilis.

? Benedenia Schneider 1875 (81, 94), Eberth (66). (T. 38. 1.)

Ansehnlich gross, bis 1 Mm. Durchmesser. Cysten meist kuglig. Zerfall des Inhalts in sehr zahlreiche kuglige Sporen, in denen sich ca. 15 sichelförmige Keime entwickeln.

Octopus und Sepia in verschiednen Organen verbreitet (Darmwände, unter äussrer Haut, Muskulatur, Geschlechtsorgane, Venenanhänge). (Schneider spricht sich neuerdings (94) wieder für Zusammenziehung dieser Gattung mit der vorhergehenden aus.)

Dieser Form schliessen sich vielleicht auch die von Lieberkühn in der Froschniere beobachteten Coccidien (Cysten bis 0,67 Mm. Durchmesser) zunächst an, jedoch sind hier die zahlreichen Sporen spindelförmig und entwickeln nur wenige (3—4) sichelförmige Keime*).

b. Monocystidae s. str.

Im erwachsenen, nichtencystirten Zustand freie, die Körperhohlräume ihrer Wirthe bewohnende Monocystideen.

Adelea Schneider 1875 (40). (T. 35. 12.)

Klein, sphärisch bis oval, meist unbeweglich; Cystenhülle bildet sich unterhalb der Cuticula der Gregarine. Sporulation complet. Sporen ansehnlich gross, scheibenförmig, mit zweiklappiger Hülle und relativ grossem Zellkern sowie zwei eigenthümlichen, an die der Fischpsorospermien erinnernden Polkörperchen. Bildung sichelförmiger Körperchen nicht beobachtet.

(Diese Gattung nähert sich jedenfalls in vieler Hinsicht den Coccidien, so dass wir sie hier die Reihe der Monocystideen im engeren Sinne eröffnen lassen.) 1 Art bis jetzt, aus Darm von Lithobius (Myriopode).

Monocystis Stein 1848 (18). Vergl. hauptsächlich noch Kölliker (16), Schmidt (23), Lieberkühn (24), Claparède (28), Lankester (29, 31, 35), Schneider (40) etc. (T. 33.)

Körpergestalt schlauchförmig, mässig bis sehr lang gestreckt, im beweglichem Zustand durch Einschnürungen, welche über den Körper hin-

*) Die Beobachtungen Lieberkühn's über die Coccidie der Froschniere konnte Solger neuerdings bestätigen, was er mir gütigst mittheilte.

laufen, etwas veränderlich. Das eine Körperende zuweilen mit haarartigem Cuticularbesatz. Syzygien nicht beobachtet. Copulation wahrscheinlich. Sporulation gewöhnlich incomplet. Ohne besondre Einrichtung zur Eröffnung der Cysten und Ausstreuung der Sporen. Sporen spindelförmig mit verdickten, knöpfchenartigen Polen. Entwickeln 4—8 sichelförmige Körperchen.

(Die Gattung Monocystis wird vorerst, wie im Vorstehenden geschehen, auf die lange bekannten Monocystideen der Regenwürmer als typische Vertreter beschränkt werden müssen. Die Zahl der hier zu unterscheidenden Arten ist Sache künftiger Untersuchungen.) Vorkommen in Leibeshöhle, Darm und namentlich Hoden der Regenwürmer.

Fraglich ob von Monocystis zu unterscheiden, ist die Zygocystis St., die bewegungslos, conjugirt getroffen wird, deren Cysten und Sporen sich jedoch ohne Zweifel nicht von denen der eigentlichen Monocystis unterscheiden. Hoden des Regenwurms (L. terrestris L.). (T. 34. 1.)

Gamocystis Schn. 1875 (40) und 1882. (T. 34. 2.)

Synon. wahrsch. Zygocystis Ephemerae v. Frantz. (15) u. wohl = Gamocystis Francisi Schn. 1882.

Solitär oder mit gleichnamigen Enden conjugirt und dann unbeweglich. Cyste mit ansehnlicher Gallerthülle und partieller Sporulation. Sporoducte zur Ausstreuung der Sporen ganz wie bei Clepsidrina. Sporen länglich cylindrisch mit abgerundeten Enden. Bildung sichelförmiger Körperchen nicht beobachtet. Sicher zwei Arten; aus Darm von Blatta lapponica und Ephemerenlarve.

[Aus Arthropoden ist noch eine in Bezug auf Gestalt und Conjugation wohl vergleichbare Monocystide unter der Bezeichnung Zygocystis puteanus Lachmann (Sitzungsber. der niederrhein. Gesellsch. zu Bonn 1859) aus Darm des Gammarus puteanus beschrieben worden. Es wäre nicht unmöglich, dass dieselbe gleichfalls dem eigenthümlichen Geschlecht Gamocystis näher anzuschliessen wäre.]

Conorhynchus Greeff 1879 (45).

Synon. Gregarina Greeff 1877.

Fast stets in Syzygien, ähnlich Zygocystis und Gamocystis. Einzelthiere der Paare meist halbkuglig. Oberfläche allseitig mit zahlreichen zottenähnlichen Fortsätzen bedeckt. Im erwachsenen Zustand das Entoplasma grossblasig vacuolär. Jugendlichste Thiere ohne Fortsätze wie einfache Monocystis. Cyste und Sporen unbekannt.

1 Art. Darm von Echiurus.

Gonospora Schn. 1875 (40). (T. 34. 5.)

Synon. Gregarina (Terebellae) Köll. (17).

Sehr ähnlich Monocystis. Sporen jedoch oval bis birnförmig, entwickeln zahlreiche sichelförmige Körperchen. Anneliden (Audouinia, Terebella). 1 Art.

Zahlreiche unsichre, seither beschriebne Monocystisarten mögen dieser Gattung zuzurechnen sein.

Urospora Schneider 1875 (40). (T. 34. 6, ? 7.)

Synon. Gregarina (Nemertis) Köll. (Sipunculi) Köll. (17), R. Lankester (31); (Saenuridis Köll.) Lankester (35), D. Nasse s. oben p. 557 Anm.; ? Gregarina virgula P. v. Bened. (Mém. Ac. roy. Belg. T. XXXII.).

Bau ganz wie Monocystis, isolirt oder in Syzygien. Sporen wie Gonospora oder mehr länglich, der eine Pol der Hülle mit unbeweglichem schwanzartigen Anhang. Bildung zahlreicher sichelförmiger Körperchen in der Spore beobachtet.

Bekannte Arten vielleicht drei. Darm von Nemertinen (Nemertes, Valenciennia, Ommatoplea, ? Borlasia, Tetrastemma), Leibeshöhle von Sipunculus; Tubifex (Hoden). Wahrscheinlich hierher noch ziemliche Anzahl der unsichern Monocystiden.

Die zahlreichen sonst noch kurz in den Arbeiten verschiedner Forscher erwähnten Monocystideen sind, wie hinreichend hervorgehoben wurde, einer systematischen Gruppirung zunächst unzugänglich. Unter denselben heben sich durch ihre besonderen Gestaltsverhältnisse nur zwei Formen etwas hervor, welche vielleicht auf Grund dieses Verhaltens einmal als besondere Gattungstypen aufgestellt werden dürften. Es sind dies die Monoc. Aphroditae Lank. (29) mit ansehnlichem rüsselförmigen Anhang (35. 1) und die Monoc. (Gregarina) sagittata Leuck. (s. bei Claparède Nr. 28) von pfeil- bis ankerartiger Gestaltung, aus Capitella (34. 11).

II. Ordn. Polycystidea Schneid. 1872.

Gregarinen mit ausgesprochner Differenzirung von Deuto- und Protomerit, z. Th. auch Epimerit.

Eine weitere Untertheilung der Polycystidea ist bis jetzt noch nicht möglich (der Vorschlag Schneider's [1873, Nr. 38], sie in zwei Gruppen, die Cytodo- und die Cytosporeen zu zerlegen, auf welchen er jedoch später nicht mehr zurückkommt, dürfte nach dem, was früher über die Sporen und ihre Kernverhältnisse bemerkt wurde, gewiss keine Nachahmung verdienen). Das Genus Gregarina hat Schneider mit Recht ganz eliminirt, es mag einstweilen weiter zur Aufnahme der zahlreichen, in ihrer systematischen Stellung unsicheren Formen dienen.

Dufouria Schneid. 1875 (40). (T. 35. 11.)

Nur freie Sporonten bekannt, Cephalonten überhaupt zweifelhaft. Protomerit ansehnlich, zarte Scheidewand springt convex in das Protomerit vor. Sarcocyt fehlt. Copulative Encystirung beobachtet. Cysten kuglig mit dicker Gallerthülle. Sporulation complet und Cysten einfach aufplatzend. Sporen dickschalig, mit spindelförmig zugespitzten Polen. Einzige Polycystidee, bei der bis jetzt die Bildung sichelförmiger Keime in der Spore beobachtet wurde. 1 Art. Darm von Colymbeteslarve (Coleopt. F. Dyticidae).

Bothriopsis Schneid. 1875 (40). (T. 36. 11.)

Aehnlich Dufouria, jedoch das Protomerit viel ansehnlicher, nach vorn kolbig angeschwollen und Vorderende sich häufig saugnapfartig

vertiefend und in solcher Weise zur Anheftung dienend. Conjugation oder Copulation nicht beobachtet. Cyste einfach aufplatzend. Sporen ? 1 Art. Im Darm verschiedner Dyticiden.

Porospora Schneid. 1875 (40), Beneden (32, 34, 37). (T. 36. 3—8.)

Nur Sporonten beobachtet. (Ob überhaupt je Epimerit?) Sehr lang (bis 16 Mm.) schlauchförmig; Protomerit sehr klein. Sarcocyt mit ringförmigen Fibrillen. Conjugation oder Copulation nicht beobachtet. Cysten kuglig; angeblich sich durch Theilung vermehrend. Sporulation complet. Sporen kuglig bis ellipsoidisch, mit sehr dicker und von Porenkanälchen durchsetzter Schale. 1 Art. Homarus vulgaris (Darm).

Stenocephalus Schneid. 1875 (40).

Epimerit fehlt wohl stets. Protomerit klein. Gesammtgestalt mässig langgestreckt. Sporulation complet. Cysten einfach aufplatzend. Sporen spindelförmig, angeschwollen, mit einer dunklen Aequatoriallinie ausgezeichnet. 1 Art. Julusarten (Darm).

Hyalospora Schneid. 1875 (40) und 1882. (T. 36. 1.)

Sehr ähnlich Stenocephalus. Epimerit klein, knopfförmig. Häufig conjugirt. Sarcocyt mit Fibrillenschicht. Cyste durch einfaches Aufplatzen sich öffnend. Sporen ellipsoidisch mit mehr oder weniger zugespitzten Polen. 2 Arten. Petrobius und Machilus (Thysanura). Hierher vielleicht noch weitere Formen, so die Sporadina Reduvii Stein's (18) etc.

Euspora Schneid. 1875 (40). (T. 36. 2.)

Bau der Thiere wie bei der folgenden Gattung Clepsidrina, jedoch Epimerit noch nicht beobachtet. Häufig in Syzygien. Keine Sporoducte. Sporen prismatisch. 1 Art (Larve einer Melolonthide).

(Diese Gattung ist jedenfalls sehr wenig unterschieden von der folgenden.)

Clepsidrina (Hammerschm.) Schneid. 1875. (T. 35. 2—10.)

Synon. Gregarina p. p. Autor.

Mässig lang, Protomerit mässig gross. Epimerit meist mit knopfförmigem, selten sehr grossem cylindrischem Haftfortsatz in der Jugend. Sarcocyt wohl entwickelt, mit Ringfibrillen. Häufig conjugirt und copulirend. Cysten mit ansehnlichen Gallerthüllen und fast stets zahlreichen Sporoducten. Sporulation incomplet. Sporen tönnchenförmig, bei der Ausstreuung gewöhnlich kettenförmig zusammenhängend.

6 Arten aus Darm verschiedner Insecten.

Pileocephalus Schneid. 1875 (40). (T. 36. 10.)

Bauverhältnisse wie bei Clepsidrina; Epimerit der Cephalonten ein kegelförmiger Knopf. Cysten ohne Sporoducte, einfach aufplatzend. Sporen halbmondförmig.

1 Art (Mystacideslarve).

Echinocephalus Schneid. 1875 (40). (T. 36. 14.)

Gestalt oval; Protomerit klein; Epimerit klein, konisch und asymmetrisch, in der Jugend mit zahlreichen finger- bis stiletförmigen Haftfortsätzen besetzt. Sarcocyt wohl entwickelt mit schiefen gekreuzten Fibrillen. Syzygien oder Copulation nicht beobachtet. Cysten sphärisch mit Gallerthülle. Sporulation complet. Keine Sporoducte. Sporen cylindrisch mit abgerundeten Enden, häufig zu Ketten vereinigt.

1 Art (Darm von Lithobius).

Stylorhynchus (Stein 1848, 18) emend. Schneid. 1875 (40). (T. 37. 2—7.)

Mässig langgestreckt; Protomerit mässig mit langem, rüsselförmigem Epimerit, dessen knopfförmiges Ende mit basalem Wulst. Sporonten mit einfach abgerundetem Protomerit. Copulation beobachtet. Cysten sphärisch mit sculpturirter Hülle, aufspringend durch Anschwellung einer Pseudocyste. Sporulation incomplet. Sporen sphärisch bis tetraëdrisch (geldtäschchenförmig), zu Ketten vereinigt.

2 Arten (Darm von Opatrum, Asida und Blaps).

Geneiorhynchus Schneid. 1875 (40). (T. 37. 8.)

Gestalt und Bau ganz ähnlich Stylorhynchus, jedoch der basale Wulst am Endknopfe des rüsselförmigen Epimerits mit feinen, borstenartigen Zähnchen dicht besetzt. Syzygien oder Copulation nicht beobachtet. Sporulation complet; Cysten einfach aufplatzend. Sporen „subnaviculär (avec corpuscules figurés)".

1 Art (Darm von Libellennymphen).

Actinocephalus (Stein 1848, 18), Schneider (40). (T. 36. 13; T. 37. 1 u. 9.)

Synon. Gregarina Autor. p. p., Siebold (12), Leidy (22, ? Greg. Locustae). — Hoplorhynchus J. V. Carus (Car. u. Gerst., Handb. der Zool. 2. Bd.), Schneider (40).

Mässig langgestrecht; Protomerit der Cephalonten mit kurzem knopfförmigen bis langem rüsselförmigen Epimerit, dessen Ende scheibenförmig abgeplattet ist und die Ränder dieser Scheibe sind zu einem Kranze von Zahnfortsätzen ausgezogen. Syzygien oder Copulation nicht beobachtet. Sporulation complet. Cysten einfach aufplatzend. Sporen doppelkegelförmig bis ellipsoidisch.

Circa 7 Arten (Coleoptera, Orthoptera [Locusta, Callopteryxlarve], Dipteren [Larve von Sciara]).

Pyxinia Hammerschm. 1838 (11), Schneider (40). (T. 36. 12.)

Synon. Gregarina rubecula Frantz. (15).

Allgemeiner Bau der Cephalonten sehr ähnlich Actinocephalus, von dem sie sich jedoch durch den Besitz eines aus dem Centrum der gezähnten Scheibe des Protomerits entspringenden fadenförmigen Anhang unterschieden. 1 Art. Larve von Dermestesarten.

Bemerkungen über einige neue, von Schneider 1882 beschriebene Polycystideengeschlechter siehe am Schlusse des Abschnitts über die Gregarinida.

6. Allgemeine Verbreitung und Wohnortsverhältnisse der Gregariniden.

Die Verbreitung der freien Poly- und Monocystideen bei den wirbellosen Thieren ist eine sehr weite. Gänzlich vermisst wurden sie bis jetzt bei den Protozoën selbst und den Coelenteraten, während sie in den übrigen Phylen mehr oder minder häufig angetroffen worden sind. Unter den Echinodermen sind bis jetzt nur bei zwei Holothurien (Holothuria [27] und Synapta [40]) Monocystideen gefunden worden. Auch den Mollusken scheinen die freien Gregariniden fast zu fehlen; nur bei einer Heteropode (Pterotrachea) wurde bis jetzt (Stuart, 33) eine Form von zweifelhafter Stellung beobachtet. In reicher Menge treffen wir Monocystideen bei den Würmern, doch ist ihr Auftreten bei den verschiednen Abtheilungen derselben ein ziemlich variables. Vermisst wurden sie bis jetzt bei den schmarotzenden Plathelminthen, den Trematoden und Cestoden, wogegen sie sowohl im Darm von Turbellarien, und zwar Rhabdocoelen*), wie Dendrocoelen**), als Nemertinen***), nicht selten nachgewiesen wurden. Ihr Vorkommen bei den Räderthieren wurde bis jetzt nur durch eine zweifelhafte Beobachtung wahrscheinlich gemacht†) und dasselbe gilt für die Nematoden††). Bei den Acanthocephalen werden sie vermisst.

In grosser Mannigfaltigkeit dagegen bewohnen sie die Anneliden und diese Abtheilung darf neben den Arthropoden als die Hauptentwicklungsstätte unsrer Schmarotzer bezeichnet werden. Von besondrem Interesse erscheint es weiterhin, dass die freien Gregariniden der Anneliden, wie diejenigen der überhaupt bis jetzt erwähnten Abtheilungen der Wirbellosen, durchaus Monocystideen sind und dass, um es gleich hervorzuheben, die Polycystideen fast durchaus auf die Arthropoden beschränkt erscheinen. Das einzige Beispiel einer typischen Polycystidee einer anderen Abtheilung bildet die Form, welche Ecker im Darm einer Tunicate, der Phallusia mammillaris, gefunden hat (s. bei Kölliker, 16). Da die sonst noch bei den Tunicaten nachgewiesnen Gregariniden durchaus Monocystideen sind, so kann ich einige Zweifel nicht unterdrücken, ob hier nicht der Zufall eine Täuschung verursachte.

Die Verbreitung unter den Anneliden erstreckt sich in gleicher Weise auf die Oligo- wie Polychaeten und es herrscht auch kein Unterschied

*) M. Schultze b. Mesostomen d. Ostsee (Beitr. zur Naturgesch. der Turbellarien 1851).

**) Monoc. Planariae M. Schultze, Beiträge zur Naturgesch. der Turbellarien. Greifswald 1881; Keferstein, Beiträge zur Anatomie u. Entw. der Seeplanarien (Abh. der kön. Ges. der Wiss. Göttingen Bd. XIV. 1866); Hallez, Contrib. à l'hist. nat. des Turbellariés. Lille 1879; Lankester (31) Convoluta.

***) Kölliker (16), Frey u. Leuckart, Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere, 1847, p. 76; van Beneden, P., Rech. sur la faune littor. de Belgique (Mém. Acad. roy. de Belgique T. XXXII.; Lankester, R. (31); Mac Intosh, Transact. roy. soc. Edinburgh T. XXV. P. 2; On the gregariniform parasits of Borlasia (Transact. roy. microsc. soc. 1867).

†) ? Monocystis Leydigii, Stein Org. der Infusionsthiere II. p. 9 Anm.; Leydig, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1857 p. 415.

††) Walter, Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. IX. p. 490, Leibeshöhle von Oxyuris ornata. Nach Schneider (40): in freilebenden Nematoden.

zwischen den Land und Wasser bewohnenden Formen der Oligochaeten. Bei nicht weniger wie fünf Gattungen der Oligochaeten und zwölf der Polychaeten sind Monocystideen nachgewiesen worden und diese letzteren vertheilen sich in ziemlich gleicher Weise auf die Errantiae und Tubicolae*). Auch den Gephyreen fehlen die Monocystideen nicht, wenn sie auch bis jetzt nur bei drei Gattungen gefunden wurden**).

Wie jedoch schon bemerkt, bieten die Arthropoden neben den Anneliden das reichste Verbreitungsgebiet dar, und zwar dürfte keine der grösseren Abtheilungen dieses Phylums unsrer Schmarotzer völlig entbehren. Es sind, wie gesagt, die Polycystideen, welche hier ihre wahre Heimath finden und gegenüber den spärlichen Monocystideen, welche bis jetzt bei den Arthropoden angetroffen wurden, besonders hervorstechen.

Am spärlichsten scheinen unsre Schmarotzer bei den Arachnoideen vertreten zu sein, da in dieser Abtheilung bis jetzt nur bei wenigen Milben Polycystideen beobachtet wurden***). Reichlicher dagegen finden wir sie bei den verschiedensten Ordnungen der Crustaceen und hier sowohl Monowie Polycystideen. Die Copepoden†) haben bis jetzt nur einige Monocystideen geliefert, die Cirripedia††) dagegen eine Polycystidee. Aus der Abtheilung der Phyllopoden sind Gregarinen bis jetzt nicht bekannt geworden. Dagegen finden wir eine Monocystidee und mehrere Polycystideen bei den Amphipoden†††) und die Decapoden haben gleichfalls eine Anzahl Polycystideen*†) geliefert. Auch im Darm von Peripatus fand Moseley encystirte Gregariniden*††).

*) S. haupts. Kölliker (16), Stein (18), Schmidt (23), Lieberkühn (24, 30), Claparède (28). Stuart (33), Lankester (29, 31), Schneider (40), Vedjowsky, Monographie d. Enchytraeiden. 1879.
Oligochaeta: Lumbricus. Enchytraeus, Pachydrilus, Tubifex, Euaxes.
Polychaeta: Nereis, Aphrodite, Eunice, Capitella, Phyllodoce, Clymene, Cirratulus, Spio, Serpula, Terebella, Sabella, Telepsavus.

**) Sipunculus, Kölliker (16), Lankester (35); Echiurus, Greeff (45), Thalassema Lankester (97).

***) Leydig, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1855. p. 447 Anm.; nach Schneider (40) bei Gamasiden und Acariden.

†) In Cyclops fand Stein eine Monocystidee, welche dadurch besonders bemerkenswerth erscheint, dass sie nach der Herausnahme aus ihrem Wirth im Wasser lange Zeit fortlebt. (Organismus der Infusionsthiere II. p. 6—8.) In neuester Zeit beschrieb Rehberg diese Monocystis (?) tenax St. aus dem Darm und der Leibeshöhle von Cyclops ohne Kenntniss der Arbeiten seines Vorgängers als eine neue Form unter dem Namen Lagenella nobilis (Abhandl. herausgeg. vom naturwiss. Verein zu Bremen VII. Bd. 1880). Aus Copepoden kennen wir ferner drei Monocystisformen aus dem Darmkanal von Sapphirinen (Häckel, in Jenaische Zeitschr. Bd. I. 1864).

††) Gregarina Balani Kölliker (16) aus Balanus.

†††) In Gammarus pulex Gregar. longissima Sieb. und Gammari Dies. (s. b. Kölliker 16); Zygocystis puteana Lachmann im Darm von Gammarus puteana (Sitzungsber. der niederrhein. Ges. zu Bonn 1859); Gregarine aus Phronima und Phronimella nach Claus (Organismus der Phronimiden, Arbeiten des zool. Inst. Wien. 2. Bd.).

*†) Porospora gigantea v. Bened. sp. (32); Gregarina conformis Dies. nach Cavolini (2) aus Cancer depressus. Zweifelhaft, wie früher bemerkt, die Redi'sche Form (von Diesing Greg. praemorsa genannt) aus Cancer pagurus.

*††) Philososoph. Transact. roy. Soc. Vol. 164. p. 762.

Die reichste Verbreitung besitzen die Gregariniden bei den Myriapoda und Insecta. Bei nicht weniger wie sieben Myriapodengeschlechtern sind bis jetzt eine ganze Anzahl Polycystideen und eine Monocystidee (Adelea) nachgewiesen worden*).

Unter die verschiednen Insectenordnungen vertheilen sich die bei dieser Klasse so zahlreich gefundnen Gregarinen in sehr verschiedner Weise. Obenan stehen vor Allem die Coleoptera, von welchen bis jetzt gegen 25 Geschlechter als Gregarinenwirthe bekannt sind, theils im Larven-, theils im Imagozustand, theils in beiden gleichzeitig. Häufig sind die Polycystideen ferner bei den Orthoptera, wo die Zahl der als Gregarinenwirthe bekannten Geschlechter ca. 15 beträgt, welche sich ziemlich gleichmässig über die verschiednen Familien vertheilen. Nur die Plasmodea und Mantodea haben bis jetzt keine Gregarinen geliefert, was jedoch vielleicht auf ungenügende Untersuchung dieser vorzugsweise aussereuropäischen Familien zurückzuführen ist.

Das Gleiche lässt sich aber nicht bezüglich der Vertheilung der Gregarinen in der grossen Ordnung der Käfer behaupten. Hier beherbergen namentlich die Angehörigen der im Wasser, der Erde oder an dunkeln feuchten Orten lebenden Familien, oder derjenigen, welche sich durch räuberische Lebensweise auszeichnen, zahlreiche Gregarinen. Die erwähnten Familien sind eben solche, welche durch ihre Lebensweise Gelegenheit zur Infection mit Sporen bieten, worauf seiner Zeit schon Stein (18) aufmerksam machte. In gleicher Weise wird aber auch das von Schneider (40) bei der Beurtheilung der Verbreitung der Gregariniden unter den Insecten (und speciell den Coleopteren) hervorgehobne Moment berücksichtigt werden müssen, dass nämlich die Lebensverhältnisse solche sein müssen, dass die mit dem Koth in die Aussenwelt beförderten Gregarinencysten günstige Bedingungen zu ihrer Entwicklung finden, also hauptsächlich genügende Feuchtigkeit, Schutz vor der Vernichtung durch Austrocknung. Demgemäss sehen wir eine sehr reiche Gregarinenentwicklung bei den Familien der Dermestini, Dyticidae, Lamellicornia und Melasoma.

Immerhin werden wir, bei Berücksichtigung der betonten Momente, noch eine ganze Anzahl Coleopterenfamilien finden, welche bis jetzt keine Gregarinen geliefert haben, obgleich sie keine ungünstigen Bedingungen zur Entwicklung dieser Schmarotzer darzubieten scheinen. Inwieweit nun hierbei noch besondere, bis jetzt unerkannte Verhältnisse eine Rolle spielen oder unsre, ja im Ganzen noch nicht sehr ausgebreitete Erfahrung Lücken aufweist, soll hier nicht näher untersucht werden. Dass auch die Thysanura**) und Neuroptera, die letzteren im Larvenzustand, als Gregarinenwirthe sich erweisen, kann nach dem angeführten nicht verwundern und dasselbe gilt für eine Anzahl Rhynchota, unter denen unsre Schmarotzer jedoch bis jetzt nur bei drei Gattungen beobachtet wurden***).

*) Lithobius, Scolopendra, Cryptops, Scutigera, Julus, Polydesmus, Polyxenus, Glomeris.

**) Gefunden b. Petrobius maritimus u. Machilus Schnd. (40) u. 1882, b. Lepisma nach Stein (18).

***) Phymata (s. Dufour 7 und Ann. sc. n. 2. VII.), Reduvius, Nepa (Stein 18).

Aeusserst arm an Gregariniden sind ferner die Diptera; die Lebensweise der ausgebildeten Formen erklärt dies wohl, es sind daher auch nur drei Larvenformen, bei welchen Gregarinen getroffen wurden*), doch möchte die Lebensweise zahlreicher Dipterenlarven die Vermuthung nahe legen, dass die Verbreitung der Gregarinen unter ihnen noch eine ausgedehntere sein dürfte. Dagegen wurden die Gregarinen bis jetzt durchaus vermisst bei den Hymenoptera und Lepidoptera, was mit der Lebensweise der hierhergehörigen Insecten recht wohl in Einklang steht.

Wie bemerkt, sind es fast ausschliesslich Polycystideen, welche die Insecten bewohnen, das Vorkommen von Monocystideen ist bis jetzt nur in zwei Fällen constatirt worden, in beiden waren es wahrscheinlich Angehörige des Monocystideengeschlechts Gamocystis.

Zum Schlusse unsrer Betrachtung der Verbreitung der freien Gregariniden haben wir noch zweier Abtheilungen wirbelloser Thiere zu gedenken, bei welchen das Vorkommen unsrer Schmarotzer constatirt wurde. Leuckart erwähnt Gregarinen aus dem Darm der Sagitten und verschiedne Beobachter wiesen ihr nicht seltnes Vorkommen im Darm der Tunicaten nach**).

Werfen wir nun in ähnlicher Weise einen Blick auf die Verbreitung der Coccidien, so finden wir dieselben bis jetzt häufiger bei den Vertebrata nachgewiesen, was aber wohl hauptsächlich auf die geringe Beachtung, die dieselben bis jetzt bei den Wirbellosen gefunden haben, zurückzuführen ist. Unter diesen letzteren vertreten sie wie bei den Vertebrata die freien Gregariniden bei den Mollusken***); ihr Vorkommen ist weiter bekannt von den Myriapoda (Lithobius und Glomeris). Eine coccidienartige, zahlreiche sporenähnliche Körperchen einschliessende Cyste wurde von Hallez bei einer Planarie beobachtet†).

Spärlich ist im Ganzen ihre Verbreitung bis jetzt bei den kaltblütigen Wirbelthieren constatirt worden; wir sind jedoch unterrichtet von ihrem Vorkommen bei Fischen, den Anuren (Frosch und Kröte [98]), Triton (94), der Coronella (98), dem Krokodil und wahrscheinlich auch der Schildkröte (96).

Reichlicher treffen wir dagegen Coccidien bei den Warmblütern, so bei einer ganzen Reihe von Vögeln, den Hausvögeln: Hühnern, Gänsen, Enten, Tauben, jedoch auch freilebenden, wie dem Sperling, Zeisig (lucherino, Fringilla spinus), Schwärzblättchen (Sylvia atricapilla), Pfau (Pavo), (s. Rivolta 88).

Sehr verbreitet ist ihr Vorkommen bei den Säugethieren; sie sind jetzt nachgewiesen bei zahlreichen Hausthieren wie Hund, Katze, Schaf,

---

* Sciara (Siebold 12), Tipula (Hammerschmidt 11); Flohlarven nach R. Leuckart (Jahresber. f. 1859, Arch. f. Naturgesch. 26. Jahrg. II. p. 161).

**) Clavellina, Phallusia (s. Kölliker 16), Ascidia? (Lankester 35), Amauroecium (Giard 36), Salpen (Leuckart Jahresber. f. 1859, Arch. f. Naturgesch. 26. Jahrg. II. p. 161).

***) Cephalopoden, Limax, Helix, Succinea, Neritina.

†) Contrib. à l'hist. nat. des Turbellariés. 1879. Moniez hat Psorospermiancysten bei Echinorhynchus proteus beobachtet (Bullet. scientif. dép. du Nord T. II. p. 6), ebenso nach Balbiani auch Henneguy. Ich konnte die Arbeit des Letzteren leider nicht durchsehen.

Kalb, Schwein, Kaninchen, Meerschweinchen, weiter jedoch auch in der Maus, Fledermaus, Maulwurf und beim Menschen. Die bis jetzt von Affen beschriebnen Coccidien sind sehr zweifelhafter Natur*).

Eine kurze Besprechung erfordern noch die speciellen Wohnortsverhältnisse der Gregariniden innerhalb der von ihnen heimgesuchten Thiere. In dieser Hinsicht zeigen die freien Monocystideen — wir verschieben auch hier die Betrachtung der Coccidien bis ans Ende — eine grössere Mannigfaltigkeit. Sie bewohnen sowohl den Darmkanal, wie die Leibeshöhle, bei den Oligochaeten häufig auch die Hoden. Noch wenig aufgeklärt erscheint es jedoch, ob eine und dieselbe Art gleichzeitig in Leibeshöhle und Darm anzutreffen ist, wenn auch für die Monocystideen der Regenwürmer häufig das gleichzeitige Vorhandensein einer und derselben Form in Hode und Leibeshöhle hervorgehoben wurde. In sehr verschiednen Organen wird nach Anton Schneider die in ihrer Stellung etwas unsichere Gregarina Holothuriae (der Holothuria tubulosa) angetroffen, da dieselbe gleichzeitig den Darm, die Blutgefässe und die Leibeshöhle bewohnen soll. In die letztere gelangt sie wahrscheinlich in der Weise, dass sich an den Blutgefässen bruchsackartige Ausbuchtungen bilden, welche wahrscheinlich zwei copulirte Thiere einschliessen, wie sich aus dem Vorhandensein zweier Kerne vermuthen lässt und diese Aussackungen sich schliesslich sammt den umschlossnen Gregarinen, loslösen und in die Leibeshöhle hineinfallen. Vielleicht dürfte sich auf eine ähnliche Weise das von mehreren Forschern erwähnte Vorkommen von Gregarinen in Kapseln in der Leibeshöhle erklären. So fand Kölliker (16) seine Urospora Sipunculi, welche R. Lankester (35) auch frei in der Leibeshöhle des Sipunculus angetroffen hat, in zahlreichen Individuen in einer „dicht vor den Zurückziehern des Schlundes gelegnen Kapsel". R. Lankester klärt dieses eigenthümliche Vorkommen dahin auf, dass die Kapselwand von der flimmernden Peritonealhaut gebildet wird; doch scheint letztrer Forscher stets nur ein Individuum in einer solchen Kapsel getroffen zu haben.

Auch von seiner Gregarina clavata berichtet Kölliker, dass er sie zu zehn in einer Kapsel im Hinterleib einer Ephemerenlarve gefunden habe, und dieser Fall erlangt noch dadurch ein besondres Interesse, weil die Polycystideen bekanntlich fast ausschliesslich auf das Leben im Darme angewiesen sind. Einige Ausnahmen von letztrer Regel finden sich zwar in der Literatur verzeichnet, doch dürfte es sich in diesen Fällen wohl stets um verirrte Individuen von Arten handeln, welche eigentlich den Darmkanal bewohnen. Ich schliesse dies daraus, dass ich mehrfach vereinzelte Clepsidrinen in der Leibeshöhle der Blatta orientalis traf, wie dies auch früher schon

*) Nach Paulicki (Gurlt u. Hertwig, Magaz. f. Thierheilk. Bd. 35) sollen sich chlorophyllhaltige Coccidien bei Cebus und Macacus in den Lungen, nach Piana (82) solche in den Ganglien (?) von Cynocephalus gefunden haben. In den erstgenannten chlorophyllhaltigen grünen Körperchen vermag ich ebensowenig wie Leuckart Psorospermien zu erkennen. Auch die von Piana erwähnten erscheinen noch unsicher.

Frantzius (15) aufgefallen war, und dass diese stets regungslos sowie ungemein blasig aufgeschwollen erschienen. Hammerschmidt (11) hat solche blasenförmig aufgetriebne und bewegungslose Polycystiden schon in der Leibeshöhle einer Tipulalarve beobachtet und darauf sogar sein Geschlecht Bullulina gegründet. Auch Leidy (22) berichtet, seine Greg. Achetae gelegentlich in der Leibeshöhle gefunden zu haben*).

Ueber die Wohnortsverhältnisse der monocystiden Coccidien wurde schon früherhin Manches berichtet, so dass wir uns hier kurz zu fassen vermögen. Es dürfte vieles dafür sprechen, dass diese stets in Geweben schmarotzenden Formen auch stets in den Zellen selbst ihre Wohnstätte aufschlagen und dass sie da, wo sie frei im Binde- oder Muskelgewebe etc. beobachtet wurden, vielleicht erst späterhin, nach ihrer Encystirung, abgelagert worden sind. Doch bedarf diese Angelegenheit noch weiterer Aufklärung.

Ungemein häufig treffen wir sie in den Epithelzellen des Verdauungskanals und zwar des Mitteldarms und seiner Lieberkühn'schen Drüsen. Bei reichlicher Anwesenheit können sie hier arge Verwüstungen am Epithel hervorrufen. Wie bekannt, finden sie jedoch auch den Weg in das Epithel der Gallengänge der Leber (Kaninchen, Mensch) und erzeugen hier die sogen. Coccidienknoten. Die Bindegewebswandungen der inficirten Gallengänge verdicken sich und diese Wucherung bringt allmählich das benachbarte Leberparenchym zum Schwund. Hand in Hand mit der Ansammlung einer käsigen oder rahmartigen Masse, welche aus Flüssigkeit mit zahlreichen degenerirten Epithelzellen und encystirten Coccidien besteht, erweitern sich die inficirten Stellen der Gallengänge; die Bindegewebswandungen, welche die benachbarten Gänge scheiden, werden mehr und mehr verdünnt und schliesslich fliessen die benachbarten Knötchen zur Bildung eines grösseren Knotens zusammen. Knötchenartige grössere Anhäufungen von Coccidien in der Darmschleimhaut mögen z. Th. durch eine massenhaftere Ansammlung derselben in den inficirten Lieberkühn'schen Drüsen, z. Th. jedoch durch eine ähnliche Inficirung der Peyer'schen, wie der solitären Follikel hervorgerufen werden, da auch in diesen Coccidien nachgewiesen worden sind.

Die neueren Untersuchungen haben jedoch erwiesen, dass nicht nur die eigentlichen Darmepithelien in dieser Weise dem Anfall der Coccidien ausgesetzt sind, sondern dass dieselben sowohl beim Kaninchen, nach den Untersuchungen Zürn's (91), wie den Hühnern, nach denen Silvestrini's und Rivolta's (75 u. 76), ein viel ausgedehnteres Verbreitungsgebiet besitzen. So bewohnen sie sehr häufig die Nasenschleimhaut dieser Thiere und verursachen eine Entzündung derselben, verbreiten sich aber von hier auch auf die Schleimhaut des Mauls und inficiren sogar den Kehlkopf; dagegen ist es bis jetzt noch nicht hinreichend sicher, ob sie sich bei dem Kaninchen auch noch tiefer in die Luftwege hinab ausdehnen und

*) Claus schreibt, dass er die Gregarinen von Phronima und Phronimella „am Magendarm" beobachtet habe; liegt hier nicht etwa nur ein Schreibfehler vor, so wäre dies vielleicht ein Beispiel einer Polycystidee, die wirklich die Leibeshöhle bewohnt.

schliesslich sogar die Lunge zu afficiren vermögen, wie Zürn anzunehmen geneigt ist (während sie bei den Hühnern auch in den Anfang der Trachea und des Oesophagus herabsteigen). Andrerseits soll sich jedoch nach Zürn das Coccidienleiden der Kaninchen zuweilen aus der Rachenschleimhaut auch auf die Eustachischen Tuben ausdehnen, die Paukenhöhle in Mitleidenschaft ziehen und schliesslich von hier aus sogar auf das Labyrinth und den äusseren Gehörgang übergreifen. Sowohl bei den Hühnern wie bei dem Kaninchen stellt sich das Psorospermienleiden auch zuweilen an der Conjunctiva ein und ruft hier eine Conjunctivitis hervor, soll sich jedoch bei den Hühnern auch auf das äussere Epithel ausdehnen und den Kamm und Bart heimsuchen. Rivolta (88) sucht ferner nachzuweisen, dass eine in Italien unter dem Namen „vajuolo" schon lange bekannte Hautkrankheit der Hühner und Tauben, welche sich hauptsächlich in Knötchenbildungen an der Haut des Kopfes und Halses, jedoch auch andrer Körperstellen äussert, gleichfalls durch Coccidien hervorgerufen werde, welche sich in dem hyperplastischen Rete Malpighii dieser Knötchen ansammeln. Es scheint, dass er diese Hautcoccidien für identisch hält mit den Darmcoccidien der erwähnten Vögel und demnach auch wohl dem Coccidium oviforme.

Wie schon angedeutet, liegen auch einige Beobachtungen über das Vorkommen der Coccidien in noch anderen Geweben vor. So fand sie schon Klebs im Parenchym der Darmzotten und im Bindegewebe zwischen den Lieberkühn'schen Drüsen beim Kaninchen; ähnlich beobachtete auch Rivolta die Coccidien der Zotten des Hunde- und Katzendarms im Parenchym. Bei den Cephalopoden muss sich nach den Angaben von Eberth Aehnliches finden. Bei Octopus beobachtete er eine sehr weite Verbreitung der Benedenia. Er fand sie „unter der äusseren Haut, in der Muskulatur des Körpers wie der Arme, unter der Serosa des Darms, der Geschlechtsorgane, in den Venenkörpern (anhängen!) und in der Darmschleimhaut". Im Mesenterium des Kaninchens und dessen Mesenterialdrüsen hat Reincke die Coccidien gleichfalls constatirt, sie waren hier in Knötchen zusammengehäuft, welche dem Verlauf der Gefässe folgten. Wir kennen ferner die gelegentliche Infection der Niere durch Coccidien, welche Lieberkühn für den Frosch sichergestellt hat*) und die unter den Gastropoden mehrfach angetroffen wurde.

Aus dem Vorstehenden dürfte zur Genüge erhellen, wie der gesammte Körper, möchte man nahezu sagen, den Angriffen der Coccidien ausgesetzt sein kann, dagegen auch, dass in zahlreichen Fällen noch nähere Aufklärungen über den eigentlichen Sitz dieser Schmarotzer in den von ihnen befallenen Geweben nothwendig sind.

Noch zwei Fragen mögen hier zum Schluss unsrer Betrachtung über die Verbreitungs- und Wohnortsverhältnisse der Gregariniden kurz berührt

*) Wo hier der eigentliche und primäre Sitz der Coccidien ist, wurde bis jetzt noch nicht aufgeklärt.

werden, nämlich die nach der Verbreitung einer und derselben Art auf einen oder mehrere Wirthe, sowie im Anschluss hieran die Frage nach dem gleichzeitigen Vorkommen mehrerer Gregarinidenarten bei einem und demselben Wirth. Die Beantwortung dieser Fragen bietet heutzutage noch mancherlei Schwierigkeiten, da sich die systematischen Forschungen auf unserem Gebiet noch in den Anfängen befinden und nicht wenige Gregarinenformen nur in Hinblick auf ihr Vorkommen zu besonderen Arten erhoben worden sein mögen, obgleich es auch andrerseits an dem Versuch nicht gefehlt hat, Formen von höchst wahrscheinlich specifischer Verschiedenheit auf Grund ihres Vorkommens bei demselben Wohnthier zu einer Art zu verschmelzen. Diese Schwierigkeiten illustriren wohl am geeignetsten die Gregariniden des gemeinen Regenwurms (Lumbricus terrestris L.). Während Lieberkühn und wie es scheint auch A. Schneider die verschiednen Gregarinenformen dieses Wurmes sämmtlich als verschiedne Zustände einer und derselben Art auffassen, unterschied Stein nicht weniger wie vier Arten, welche in zwei Gattungen eingereiht wurden, und ähnlich sprach sich auch A. Schmidt aus. Ebenso neige ich mich auf Grund eigner Erfahrungen der Stein'schen Auffassung zu. Auch die von Stein unterschiednen drei Gregarinenarten der Mehlkäferlarve (Tenebrio) sollen nach Schneider nur eine einzige Art bilden, eine Ansicht, welche ich wenigstens in Bezug auf eine Form (den Stylorhynchus ovalis St.) nicht zu theilen vermag. Wir heben hier jedoch noch einige gesicherte Beispiele gleichzeitigen Vorkommens verschiedner Arten, ja Gattungen, bei einem und demselben Wirth hervor. So beherbergt nach Schneider die Audouinia Lamarcki zwei verschiedne Monocystideen, die eine im Darm, die andre in der Leibeshöhle. Das auffallendste Beispiel bietet bis jetzt aber der Lithobius forficatus L., welcher in seinem Mitteldarm nicht weniger wie vier Gregarinenarten, nicht selten mehreren gleichzeitig, Wohnung gewährt, vier Arten, welche mit Recht zu vier verschiednen Gattungen: Actinocephalus, Echinocephalus, Adelea und Eimeria (eine Coccidie) gestellt werden. Im Darm der Myctacideslarven trifft man gewöhnlich zwei Gregarinen der Gattungen Pileocephalus und Clepsidrina an. Durch Schneider haben wir neuerdings auch von dem gleichzeitigen Vorkommen zweier Coccidien bei einer Thierart Nachricht erhalten. Die Myriapodenform Glomeris nämlich beherbergt zwei Coccidienarten (eine Cyclospora und eine Eimeria), die eine im Mitteldarm, die andre in den Malpighischen Gefässen.

Im Ganzen scheint die Verbreitung der einzelnen Arten eine ziemlich fest umgrenzte und beschränkte zu sein, was namentlich von Schneider (40) durch Hinweis auf einige interessante Beispiele näher erörtert wurde, bei welchen gewisse Gregarinenformen constant ihre bestimmten Wohnthiere aufsuchen, obgleich letztere unter ganz entsprechenden Lebensbedingungen gleichzeitig dieselben Orte bewohnen, eine Uebertragung von einem auf den anderen Wirth daher wohl zu erwarten wäre. Andrerseits kennt man jedoch auch einige Beispiele ausgedehnterer Verbreitung bestimmter

Arten. So findet sich die Bothriopsis Histrio Aim. Schn. bei drei Gattungen von Wasserkäfern, der Actinocephalus stelliformis bei drei Käferarten verschiedner Familien (Carabus, Staphylinus und Rhizotrogus) und dürfte daher wohl auch noch weiter verbreitet sein. Auch unter den Monocystideen der Anneliden werden sich wohl Beispiele einer derartigen breitung finden, wenn nur die systematische Durchforschung der zahlreichen hierhergehörigen Formen erst weiter gediehen sein wird.

Nachträglicher Zusatz: Im Begriffe die zweite Correctur dieses Bogens zu lesen, erhalte ich eine soeben erschienene, sehr interessante Fortsetzung der Untersuchungen A. Schneider's über die Gregariniden (Archives de zoologie expérim. T. X. 1882. p. 123—50. Taf. 13). Da es leider zu spät ist, die wichtigsten Resultate derselben noch dem Text einzuverleiben, will ich hier nachträglich auf das Bemerkenswertheste hinweisen. Schneider hat jetzt bei einer ganzen Anzahl Polycystideengeschlechter (Clepsidrina, Loporhynchus, Stylorhynchus, Trichorhynchus und Cnemidospora) die Erzeugung sichelförmiger Keime festgestellt und konnte sich ferner in fast allen Fällen versichern, dass die Keime einen deutlichen, zuweilen sogar recht ansehnlichen Zellkern enthalten. Ebenso gelang es ihm, in den noch hüllenlosen jugendlichen Sporoblasten, sowie in den noch nicht weiter entwickelten Sporen des Stylorhynchus den ansehnlichen Nucleus zu beobachten.

Bringt man die mit sichelförmigen Keimen erfüllten, reifen Sporenketten des Stylorhynchus longicollis in etwas Darmsaft des Blaps mortisaga (des Wohnthiers dieser Polycystidee), so springen die Sporenschalen auf und die sichelförmigen Keime treten hervor. Dieselben bewegen sich mehr oder weniger lebhaft in der bekannten Weise und diese Beweglichkeit der Keime dauert in gleicher Weise mehrere Stunden fort. Amöboide Beweglichkeit oder Schwimmbewegung der Keime wurde nie wahrgenommen. Die nach dem Hervortreten aus der Spore etwa langgestreckt rübenförmigen Keime tragen an ihrem dickeren Ende einen mässig langen, schmalen, stiftförmigen Fortsatz, welcher besonders beweglich erscheint, indem er sich lebhaft hin- und herbiegt.

Zu diesen interessanten Mittheilungen gesellt Schneider die weitere, dass man in den Darmepithelzeilen des Blaps mortisaga sehr häufig einen oder mehrere kernhaltige Körper treffe, welche mit grosser Wahrscheinlichkeit als die erste Weiterentwicklungsstufe der in die Epithelzellen eingedrungnen Keime von Stylorhynchus longicollis zu betrachten seien. Es scheint demnach, dass auch die Polycystideen ihre erste Entwicklung als intracelluläre Schmarotzer beginnen.

Schneider's Arbeit beschreibt ferner eine Reihe neuer Polycystideengeschlechter, wobei gleichzeitig eine Anzahl wichtiger Bemerkungen über Bau und Fortpflanzung derselben mitgetheilt werden. Wir versuchen es hier noch eine kurze Charakteristik dieser neuen Geschlechter beizufügen.

Loporhynchus Schn. 1882. Epimerit hat Aehnlichkeit mit dem von Actinocephalus und Echinocephalus; kurz und dick, längs gestreift, Vorderende breit abgestutzt und etwas saugnapfartig ausgehöhlt, mit membranösem vorspringendem Rand, unterhalb dessen ein einreihiger Kranz von birnförmigen blasigen Anhängen entspringt. Cystenhaut ähnlich wie bei Stylorhynchus mit Wärzchen bedeckt. Sporen wie die von Stylorhynchus gestaltet und Ketten bildend. 1 Art. Darm von Helops.

Trichorhynchus Schn. 1882. Unterscheidet sich von Stylorhynchus wesentlich nur durch die elliptisch bis cylindrisch gestalteten Sporen. 1 Art. Darm von Scutigera (Myriopode). Cyste sehr interessant. Etwas abgeplattet; die Cystenhaut mit einem scharf hervortretenden, dunklen und ziemlich breiten Aequatorialband, längs dessen Mittellinie die ausgereifte Cyste in zwei Hälften aufspringt. Oberfläche der Cystenhaut mit regelmässig gestellten Wärzchen bedeckt und dazwischen fein punktirt.

Cnemidospora Schn. 1882. Bis jetzt nur Sporonten bekannt, welche wie die beiden vorhergehenden Gattungen keine Syzygien bilden. Hauptauszeichnung bildet die Anhäufung einer homogen und fettartig erscheinenden Masse im Vorderende des Protomerits. Sporen elliptisch. 1 Art. Darm von Glomeris (Myriop.).

II. Myxosporidia.

Bütschli 1881 (sogen. Fischpsorospermien).

T. 38. Figg. 5—24.

Schon bei Gelegenheit der historischen Uebersicht unsrer Kenntnisse der Sporozoa wurde erläutert, dass gerade die von Joh. Müller (1841) zuerst unter der Bezeichnung Psorospermien beschriebnen parasitischen Gebilde der Fische, hinsichtlich ihrer wahren Natur und Bedeutung, bis jetzt viel zweifelhafter geblieben sind, als die erst später genauer bekannt gewordnen ei- und kugelförmigen Psorospermien. Da die Fischpsorospermien, wegen ihrer in vieler Hinsicht eigenthümlichen Bau- und Lebensverhältnisse, ohne Zweifel eine besondere Abtheilung bilden und der Name Psorospermien wegen seiner heterogenen Verwendung heutzutage hinfällig geworden ist, so habe ich für die hierhergehörigen Organismen die Bezeichnung Myxosporidia vorgeschlagen (105). Bis jetzt sind diese Gebilde, welche sich sehr wesentlich von den Coccidien unterscheiden, fast ausschliesslich bei den Fischen angetroffen worden. Die einzige sichere Ausnahme dieser Regel beobachtete Lieberkühn, welcher Myxosporidiensporen in Nais (Oligochaete) auffand*). Auch Balbiani**) hat in der Leibeshöhle eines Schmetterlings (Pyralis viridiana) Cysten beobachtet, welche mit Körperchen, von einem den Myxosporidien-Sporen ähnlichen Bau, erfüllt waren; die Beobachtung ist jedoch nicht ausreichend, um ihre Zugehörigkeit zu unserer Abtheilung zu erweisen. Zweifelhaft erscheint der von Giard unter dem Namen Lithocystis Schneideri beschriebne Organismus, welcher bei einem Seeigel (Echinocardium cordatum) gefunden wurde. Aehnlich wie die Coccidien zeigen aber auch die Myxosporidien eine ungemein weite Verbreitung im Fischkörper. Wenn sie auch J. Müller ursprünglich (99) — ausser in Theilen des Auges, wie den Augenmuskeln, der Sklerotika, zwischen dieser und der Chorioidea — fast ausschliesslich und sehr häufig an der Haut der Fische und zwar in Form kleiner Pusteln, welche einen Hautausschlag zu bilden schienen, auffand, so glaubte er doch, in Gemeinschaft mit

*) Diese wie eine Anzahl weiterer, seither unpublicirter Beobachtungen verdanke ich der Liebenswürdigkeit des um die Myxosporidien so verdienten Prof. N. Lieberkühn, welcher mir eine grosse Anzahl vorzüglicher, bis jetzt unpublicirter Zeichnungen, von der Künstlerhand G. Wagner's ausgeführt, zur Benutzung überliess. Meinen aufrichtigsten Dank, bitte ich ihn, auch an dieser Stelle entgegennehmen zu wollen.

**) Balbiani in Journ. anatomie et physiologie T. III. p. 599 u. T. IV. p. 263.

Retzius (100) auch schon das gelegentliche Auftreten ähnlicher Körperchen in inneren Organen und zwar in der Schwimmblase des Dorsches constatiren zu können*). Leydig (20), Lieberkühn (24, 58, 101) und namentlich Balbiani (102) erwiesen dann, dass sie noch in vielen inneren Organen vorkommen.

Der Hauptsitz der Hautmyxosporidien scheint die Kopfgegend zu sein und zwar entweder die äussere Fläche des Kopfes, häufig die des Kiemendeckels, namentlich aber auch die Kiemenhöhle, wo die Innenseite des Kiemendeckels, die Kiemenhaut, die Kiemenbogen und schliesslich häufig auch die Kiemenblättchen selbst ihren Sitz bilden. Auch auf den Flossen sind die Psorospermiencysten gelegentlich beobachtet worden.

Die Verbreitung der Myxosporidien in den inneren Theilen des Fischkörpers ist, wie schon bemerkt, eine so weite, dass nur wenige Organe und Organsysteme von ihnen verschont zu bleiben scheinen. So vermisste sie Balbiani nur in der Stammesmuskulatur und dem centralen Nervensystem durchaus, wogegen neuerdings Ryder**) bei einem Aphrododerus zahlreiche Myxosporidiencysten in der Seitenmuskulatur auffand. Ihre besonderen Lieblingssitze sind nach Balbiani die Nieren und die Milz, doch trifft man sie nach den Untersuchungen Leydig's und Lieberkühn's namentlich auch in der Gallen- und Harnblase von Süsswasser- und Meeresfischen recht häufig. Da sie sich gelegentlich auch in dem Gefässapparat, so den Herzklappen ansiedeln, so ist ihr von Leydig beobachtetes Vorkommen im Herzblut erklärlich (Leuciscus). Fernerhin vermochten sie Leydig und Lieberkühn bei Gobius auch in der Leibeshöhle zu constatiren. Aus obigen Bemerkungen geht die weite Verbreitung dieser Schmarotzer im Fischkörper zur Genüge hervor. Ebenso besitzen sie aber auch eine weite Verbreitung durch die Klasse der Fische. Schon J. Müller hatte bei einer ziemlichen Zahl einheimischer wie ausländischer Süsswasserfische Myxosporidien aufgefunden. Leydig dagegen erwies ihr häufiges Vorkommen bei nicht wenigen Plagiostomenarten. Die übrigen Meeresfische sind dagegen bis jetzt noch wenig ausreichend nach unsern Schmarotzern durchforscht, obgleich es kaum zweifelhaft sein kann, dass die Myxosporidien auch unter den marinen Fischen eine weite Verbreitung besitzen.

Die kleinen sporenartigen Körperchen, welche J. Müller ursprünglich als Psorospermien bezeichnete, sind nun natürlich keine erwachsenen selbstständigen Organismen, sondern die Fortpflanzungskörper oder Sporen einfacher, plasmatischer, bis zu einem gewissen Grade amöbenähnlicher Organismen. Wir finden nämlich nach den gewöhnlichen Angaben der

*) Es scheint mir jedoch recht fraglich, ob diese psorospermienartigen Körperchen der Dorschschwimmblase zu den eigentlichen Myxosporidien und nicht vielmehr zu den Coccidien zu rechnen sind. Ihr Bau scheint sich nämlich eher den letzteren anzuschliessen; namentlich spricht dafür auch das Fehlen der für die Sporen der Myxosporidien so charakteristischen Polkörperchen.

**) Americ. naturalist Vol. XIV.

Beobachter die Psorospermien der Haut, seltner dagegen die innerer Organe, in grosser Menge in einer sehr zarthäutigen Blase oder Cyste eingeschlossen und es sind eben diese Myxosporidiencysten oder Psorospermienblasen, welche — auf der Haut befestigt oder in dieselbe eingelagert — die ausschlagartigen Pusteln darstellen, deren schon oben gedacht wurde. Obgleich es nach den Mittheilungen einiger Beobachter wahrscheinlich ist, dass diese Myxosporidiencysten zuweilen auch ganz frei auf der Haut oder den Kiemenblättchen gefunden werden, halte ich dies Vorkommen einstweilen doch für ein seltenes und vermuthe, dass sie gewöhnlich in die Haut selbst eingebettet sind. Die genauere Untersuchung der Myxosporidiencysten der Kiemenblättchen unsrer Süsswasserfische hat mich wenigstens belehrt, dass dieselben in das Gewebe der Kiemenblättchen eingebettet sind (115). Ihr Sitz ist die Bindegewebsschicht des Kiemenblättchen, ja sie liegen sogar innerlich von dessen Capillaren, von welchen sie gewissermaassen umgürtet werden (T. 38. 6a).

Ist die Myxosporidiencyste ansehnlich herangewachsen, so drängt sich ihre Masse bruchsackartig zwischen den umgürtenden Capillaren hervor und dadurch wird die Gestalt der Cyste eine ziemlich unregelmässige. Kleinere Cysten dieser Art erscheinen dagegen einfach kuglig bis ellipsoidisch. Bei starkem Anwachsen scheint die Cyste schliesslich die Capillaren zu zerreissen und da auch das Epithel des Kiemenblättchens leicht verloren geht, so kann wohl bei flüchtiger Untersuchung leicht die falsche Vorstellung entstehen, dass die Cyste dem Kiemenblättchen äusserlich aufsitze.

Bei genauer Untersuchung, namentlich bei Isolirung der sogen. Cysten der Kiemen, gelingt es, sich von der Gegenwart einer umkleidenden Cystenhaut zu überzeugen. Doch besitzt diese Umhüllungsmembran nicht die Charaktere gewöhnlicher Cystenhüllen, wie sie uns die übrigen Protozoën und speciell die Sporozoën so häufig zeigen. Sie ist keine structurlose, resistente Abscheidungshaut, sondern ein deutlich plasmatisches Gebilde, bestehend aus einem hellen, schwach körnigen Plasma, in welches zahlreiche, etwas unregelmässig gestaltete Zellkerne eingelagert sind. Leider lässt sich bis jetzt eine sichere Auskunft über die Abstammung dieser Haut nicht geben. Es muss zunächst unsicher bleiben, ob dieselbe von der Myxosporidie selbst oder von dem Gewebe des Kiemenblättchens ihre Entstehung nimmt.

Nach diesen Erfahrungen an den Kiemenmyxosporidien erscheint es also etwas zweifelhaft, ob sich bei unseren Organismen überhaupt cystenartige Sporenblasen mit einfacher Cystenhaut vorfinden, wie dies nach den Angaben mancher Beobachter scheint. Es ist dies um so zweifelhafter, da wir sehen werden, dass die Sporulation der Myxosporidien, welche innere Körperhöhlen bewohnen, wenigstens häufig sicher im nackten, unencystirten Zustand stattfindet. Mir ist es daher wahrscheinlicher, dass die Sporenbildung bei unseren Formen überhaupt nicht an eine vorherige Encystirung geknüpft ist und dass daher auch die eben beschriebne eigenthümliche

Umhüllungshaut der Kiemenmyxosporidien wahrscheinlich nicht als eine Cystenhaut aufzufassen, sondern als ein Erzeugniss des inficirten Gewebes zu betrachten ist. Die geschilderten Myxosporidien der Kiemen und der Haut bestehen jedoch nicht ausschliesslich aus einer Anhäufung der sogen. Psorospermien oder Sporen, sondern zwischen diesen, sie einbettend und umhüllend, d. h. den eigentlichen Organismus der Myxosporidie constituirend, findet sich eine körnerreiche plasmatische Masse.

Die Grösse solcher Myxosporidien der Haut und Kiemen ist z. Th. gar nicht unbeträchtlich, so beobachtete schon J. Müller an den Kiemen von Catostomus tuberculatus Myxosporidien von 1—2 Linien Länge. Auch Lieberkühn fand bei Gasterosteus Psorospermienblasen von 1 Linie Länge. Gewöhnlich bleiben sie aber kleiner, doch fehlen bis jetzt genauere Angaben über die durchschnittliche Grössenentwicklung der Myxosporidien der Fischhaut.

Auch im Körperinneren sind zuweilen Myxosporidien gefunden worden, welche auf die Beobachter mehr den Eindruck einer mit Sporen gefüllten Cystenblase machten, so sind hierher wohl die frei in der Leibeshöhle gefundnen Psorospermienblasen zu rechnen; gewöhnlicher finden sich dagegen die Psorospermienanhäufungen der inneren Organe in eine plasmatische, amöbenartige Masse eingeschlossen, welche eine mehr oder minder unregelmässige Gestalt besitzt.

Von solchen frei in gewissen Körperhöhlen lebenden Myxosporidien wurden am eingehendsten studirt die der Gallenblase der Plagiostomen von Leydig und die der Harnblase des Hechtes und der Quappe (Lota vulgaris) von Lieberkühn. Die Form der Hechtharnblase untersuchten späterhin noch Gabriel und Bütschli. Diese Myxosporidien sind, wie bemerkt, amöben- oder plasmodienartige Körper von sehr verschiedner Grösse und ebenso verschiedner Gestaltung. Im Allgemeinen erscheinen sie kuglig bis langgestreckt band- und schlauchförmig, zuweilen auch etwas keulig angeschwollen. Wie Lieberkühn schon bemerkte, sind es nackte, hüllenlose und amöboid veränderliche Plasmakörper. Leydig dagegen will bei denen der Plagiostomen-Gallenblase eine membranartige Verhärtung der Oberfläche beobachtet haben, was schon daraus hervorgeht, dass er sie als Blasen bezeichnet; doch hebt er selbst hervor, dass es häufig den Eindruck mache, als sei eine Membran noch nicht vorhanden.

Während die kleineren Myxosporidien der Hechtharnblase aus einem einheitlichen körnigen Plasma bestehen, bemerkt man an den grösseren gewöhnlich sehr deutlich eine Zusammensetzung aus zwei Plasmazonen, einem sehr körnigen Entosark und einem sehr durchsichtigen, feingranulirten Ectosark. In letzteres treten die gleich zu beschreibenden charakteristischen Einschlüsse des Entosarks nie ein. Wie früher bemerkt wurde, gelang es schon Lieberkühn, schwache amöboide Beweglichkeit der Myxosporidien des Hechtes wahrzunehmen, wogegen Gabriel (104) das Vorkommen wirklicher amöboider Beweglichkeit leugnete — zwar die Bildung pseudopodienartiger Fortsätze zugab, jedoch die

Möglichkeit ihrer Wiedereinziehung in Abrede stellte. Bütschli fand jedoch, dass sich unsre Myxosporidien unter günstigen Bedingungen langsam amöbenartig hinfliessend bewegen und beobachtete gelegentlich auch das Auftreten bruchsackartiger plumper Pseudopodien, an deren Erzeugung zunächst das Ectosark betheiligt ist, in welche jedoch bei ansehnlicherer Entwicklung auch das Entosark eintritt. Hieraus darf man denn auch entnehmen, dass die wechselnden Gestaltsverhältnisse dieser Myxosporidien, ihre z. Th. lappigen bis zuweilen in mehrere Fortsätze ausgezogenen Formen, auf amöboide Beweglichkeit zurückzuführen sind (T. 38. 12).

Von besonderem Interesse erscheint es aber, dass das Ectoplasma der Hecht-Myxosporidien sehr gewöhnlich noch eine zweite Kategorie pseudopodienartiger Fortsätze entwickelt, nämlich zarte haar- bis borstenförmige, welche in mancher Hinsicht den haarartigen feinen und rigiden Fortsätzen gewisser Amöben und amöbenartiger Organismen gleichen. Solche Fortsätze bedecken recht häufig die gesammte Oberfläche der Myxosporidien (T. 38. 13), beschränken sich jedoch auch nicht selten auf einen Theil derselben und kommen gelegentlich, wie bei gewissen Amöben, nur an dem einen Körperende vor.

Die fraglichen Fortsätze sind auch zum Theil verzweigt; zuweilen sind es auch nicht mehr einfache Fortsätze, sondern quer über den Körper hinziehende Falten, deren optischer Durchschnitt am Körperrand den Anschein haarartiger Fortsätze erweckt. Wie bemerkt, machen diese Auswüchse des Ectosarks einen sehr rigiden Eindruck und zeigen gewöhnlich keine Veränderungen und Bewegungen. Dennoch gelang es mir zuweilen, eine Veränderung derselben zu constatiren und ein langsames Zurückfliessen, sowie eine Neuentstehung einiger Fortsätze wahrzunehmen.

Es scheint nicht unwahrscheinlich, dass sich die Myxosporidien der Hechtharnblase zuweilen mit einigen stumpfen gelappten Pseudopodien eines Körperendes auf der Schleimhaut der Harnblase befestigen, ja die Jugendformen scheinen sich sogar an einzelnen Zellen des Harnblasenepithels festzusetzen; wenigstens deutet darauf die Beobachtung hin, dass man zuweilen kleinen Myxosporidien begegnet, welche eine losgelöste Epithelzelle zum Theil umfassen.

Das Entoplasma ist, wie schon bemerkt, dicht mit in Alkohol löslichen gelblichen Körnern, von wahrscheinlich fettartiger Natur, erfüllt und diese Fettkörner enthalten häufig einen oder mehrere braunrothe Krystalle, welche schon Meissner und Lieberkühn beobachteten und wohl richtig als Hämatoidinkrystalle deuteten. Auch die Myxosporidien der Gallenblase besitzen nach Leydig eine gelbe Färbung, welche sich wohl von der Färbung der Galle herleiten dürfte, wie Leydig schon vermuthete.

Ausserdem enthält jedoch das Entosark der Myxosporidien des Hechtes eine ungemein grosse Anzahl sehr kleiner Zellkerne, welche zuerst Bütschli auffand; da nun auch das Plasma der Kiemenmyxosporidien einen entsprechenden Reichthum an kleinen Zellkernen aufweist, so dürfte diese

Eigenthümlichkeit wohl für die Myxosporidien überhaupt charakteristisch sein.

Hinsichtlich der Grössenverhältnisse der geschilderten freien Myxosporidien der inneren Körperhöhlen wurde schon erwähnt, dass bei dem Hecht gewöhnlich Individuen der allerverschiedensten Grössen gleichzeitig angetroffen werden, bis zu einer Länge von 0,3 Mm. Kleiner scheinen dagegen die Myxosporidien aus der Harnblase von Lota (bis 0,075 Mm. Lieberk.) und der Gallenblase der Plagiostomen (bis 0,067 Mm. Leydig) zu bleiben.

Bevor wir zur Betrachtung der Sporenbildung übergehen, empfiehlt es sich noch, einen Blick auf gewisse Beobachtungen zu werfen, welche auch für die Kiemen- und Hautmyxosporidien das Vorhandensein eines freien, beweglichen Stadiums wahrscheinlich zu machen suchten. Schon Dujardin*) fand 1845 baumförmig verzweigte, plasmodienartige Gebilde und Lieberkühn fand derartige Plasmakörper auf der Haut und den Kiemen verschiedner Fische, namentlich des Barsches (Perca fluviatilis). Dieselben erreichten einen Durchmesser von 0,46 Mm. (T. 38. 5). Immerhin erscheint es mir noch nicht erwiesen, ja eher unwahrscheinlich, dass die im Inneren der Kiemenblättchen sich findenden Myxosporidien aus solchen freien amöbenartigen Körpern hervorgehen.

Wir haben uns jetzt mit dem Vorgang der Sporulation bei unseren Myxosporidien zu beschäftigen. Eigenthümlich erscheint zunächst, dass die Sporenbildung nicht als Abschluss des Lebenscyclus aufzutreten scheint, sondern dass man schon bei sehr kleinen und allem Anschein nach jugendlichen Formen entwickelte Sporen findet. Dies ist sowohl bei den Formen der Hechtharnblase wie bei denjenigen der Kiemen der Fall. Bei ersteren traf ich in relativ recht kleinen Individuen sehr gewöhnlich einige Sporen an, während die gleichzeitig in Menge vorhandnen grossen zuweilen gar keine gebildet hatten, oder aber ungeheure Mengen derselben enthielten.

Auch die Kiemenmyxosporidien sind gewöhnlich auf den verschiedensten Grössenzuständen dicht mit Sporen erfüllt, wie dies ja aus unserer früheren Beschreibung schon hervorging. Im Allgemeinen wird unter solchen Umständen die Zahl der in einer Myxosporidie erzeugten Sporen von der Grösse des Mutterorganismus abhängig sein, jedoch scheint es auch, dass die in Sporulation begriffnen Myxosporidien ihr Wachsthum weiter fortzusetzen und fortdauernd neue Sporen zu erzeugen im Stande sind. Die Zahl der in den kleinen Myxosporidien des Hechts vorhandenen Sporen beträgt nicht selten nur ein Paar, die geringste Zahl nämlich, welche überhaupt zur Entwicklung kommen kann, wie wir gleich sehen werden. Auch bei den von Leydig beobachteten Formen der Gallenblase fanden sich die Sporen stets in sehr mässiger Zahl vor, wogegen sie wie gesagt in den grösseren Myxosporidien des Hechtes, der

*) Histoire nat. des helminthes p. 644.

Kiemen und der Haut gewöhnlich in ganz erstaunlichen Mengen angetroffen werden.

Die Bildung der Sporen ist eine endogene. Bis jetzt wurde sie nur bei der Hechtform von Bütschli genauer verfolgt, jedoch liegen einige Beobachtungen vor, welche auch für die Kiemenformen einen entsprechenden Sporulationsprocess wahrscheinlich machen. Die früheren Beobachter, einschliesslich Gabriel, gelangten nicht zu einer richtigen Vorstellung von der Bildung der Sporen. Nach ihrer Schilderung sollten im Plasma der Myxosporidie zunächst eine geringere oder ansehnlichere Menge heller vacuolenartiger Bläschen entstehen, sogen. Tochterblasen, wie sie Leydig bezeichnete. In jeder dieser Tochterblasen bildeten sich dann allmählich ein oder mehrere Sporen (je nach den verschiednen Formen), in einer von den früheren Beobachtern durchaus nicht hinreichend aufgeklärten Weise. Bütschli's Beobachtungen an der Hechtmyxosporidie zeigen zunächst, dass es nicht Vacuolen oder Bläschen sind, welche anfänglich entstehen, sondern dass sich zuerst kleine kuglige, helle Plasmakörper differenziren, welche eine grössere Anzahl der kleinen Kerne des Entoplasmas einschliessen.

Da aus diesen Plasmakugeln die Sporen entstehen, so dürfen wir sie wohl als Sporoblasten bezeichnen. Welches der specielle Bildungsact dieser Sporoblasten ist, konnte bis jetzt noch nicht näher verfolgt werden; die nächstliegende Vermuthung ist, dass sie sich völlig endogen im Innern des Entoplasmas differenziren. Man könnte jedoch auch die Vermuthung aufstellen, dass sie ursprünglich auf der Oberfläche knospenartig erzeugt und erst nachträglich in das Plasma der Myxosporidie aufgenommen würden, da wir ja etwas ähnliches bei der Sporulation gewisser Gregariniden gefunden haben (vergl. oben p. 543). Unter diesen Plasmakugeln begegnet man zahlreichen, welche sechs Zellkerne einschliessen und diese sind es, welche sich direct zu Sporen weiterbilden (T.38.14a). Wie es sich mit den mehrkernigen Kugeln verhält, ist bis jetzt nicht ermittelt. Auf der Oberfläche der sechskernigen Sporoblasten kommt es zunächst zur Ausbildung einer zarten Membran und da sich das Plasma der Sporoblasten innerhalb dieser Membran etwas condensirt, so erscheint er jetzt in Gestalt eines hellen Tochterbläschens mit einem centralen, blassen Inhalt (14b). Hierauf wird eine Theilung dieses condensirten Inhalts in zwei dreikernige Kugeln vor sich gehen, da man häufig solchen Zuständen begegnet und eine ziemliche Reihe Umbildungsstufen dieser letzteren zu reifen Sporoblasten wahrnimmt (14c). Aus jeder der dreikernigen Kugeln geht eine Spore hervor und zwar in unserem Fall in der Weise, dass sich die Kugeln in die Länge strecken und allmählich eine spindelförmige Gestalt annehmen (14d). Dabei ordnen sich die drei Zellkerne so, dass sie der Länge nach in einer Reihe hintereinander liegen. Während nun allmählich auf der Oberfläche der so vorgebildeten Spore die Sporenhülle zur Abscheidung gelangt, bilden sich die beiden endständigen Kerne successive zurück. Neben jedem derselben tritt jedoch ein dunkler kleiner Körper auf, welcher allmählich heranwächst,

eine länglich ovale Gestalt annimmt und sich zu einem sogen. Polkörperchen entwickelt, von welchen sich, wie wir sehen werden, in jedem Pol der spindelförmigen Spore eines vorfindet (14e). Schliesslich verschwinden die beiden endständigen Kerne ganz, der mittlere dagegen erhält sich als der bleibende Kern der Spore (15).

Dieser Entstehungsgang der Sporen der Hechtmyxosporidien erklärt gleichzeitig die Erscheinung, dass die Sporen dieser wie andrer Myxosporidien stets paarweise in einem Sporoblastbläschen vereinigt sind. Dagegen beobachtete Leydig bei den Myxosporidien der Gallenblase stets nur eine Spore in einem Bläschen und auch die von mir untersuchten Kiemen-Myxosporidien zeigten nie eine paarweise Vereinigung ihrer Sporen, welche ich hier auch nie in Bläschen eingeschlossen, sondern direct in das Plasma eingebettet traf. Dennoch verriethen auch diese Sporen Anzeichen eines ähnlichen Entstehungsprocesses wie die erstgeschilderten; es wurde wenigstens sehr wahrscheinlich, dass sie gleichfalls aus dreikernigen Plasmakugeln hervorgehen (10a), von deren Kernen sich nur der eine als Sporenkern erhält; nur hatte es den Anschein, als wenn hier die beiden Polkörperchen direct aus den beiden anderen Kernen hervorgingen (10b).

Gelegentlich scheinen sich jedoch in einem Sporenbläschen auch drei Sporen entwickeln zu können, wenigstens fand J. Müller bei der Myxosporidie des Lucioperca Sandra zuweilen auch drei Sporen in einem solchen Bläschen.

Die Bauweise der ausgebildeten Myxosporidiensporen erinnert in einigen Beziehungen an die der Gregariniden und Coccidien, weist dagegen auch einige sehr wesentliche Verschiedenheiten auf. Ihre Grösse ist stets sehr gering; der Längsdurchmesser beträgt durchschnittlich 0,008—0,02 Mm.; die letzterwähnte Grösse erreichen die sehr lang spindelförmigen Sporen der Hechtmyxosporidie. Auch ihre Gestaltung ist ziemlich verschieden; häufig sind sie abgeplattet linsenförmig mit nahezu kreisrundem Umriss, stets jedoch einem mehr oder weniger zugespitzten Pol (6b, 18a, 23 etc.). Der Rand der linsenförmigen Spore ist wulstig verdickt. Die Sporenschale ist keine einheitliche, sondern setzt sich aus zwei klappenartigen Hälften zusammen, welche mit ihren etwas verdickten Rändern aufeinandergepasst sind und wodurch eben der erwähnte Randwulst gebildet wird (7). Diese zweiklappige Beschaffenheit scheint den Myxosporidiensporen fast durchaus eigenthümlich zu sein; jedoch konnte ich sie bei denen der Hechtharnblase nicht nachweisen.

An die ebengeschilderten Formen schliessen sich dann länger gestreckte, ellipsoidische bis eiförmige an, stets mit ausgeprägter Zuspitzung des einen Pols. Selten findet sich eine doppelpolige Zuspitzung solch länglicher Formen, wodurch die Gestalt eine spindelförmige wird (5a). Balbiani beobachtete sogar cylindrische Sporen. — Fast stets scheint eine Myxosporidienform nur ein und dieselbe Form von Sporen zu erzeugen, abgesehen von geringfügigen Gestaltsverschiedenheiten. Zuweilen begegnet man jedoch in einer und derselben Cyste die gleich zu

erwähnenden geschwänzten und ungeschwänzten Sporenformen durcheinander an, während die letzteren sonst für gewisse Myxosporidienformen charakteristisch sind. Diese geschwänzten Sporen (Figg. 16a—c, 21) besitzen ähnlich, wie die Sporen gewisser Monocystideen (Urospora) einen von der Sporenschale entspringenden, mehr oder weniger ansehnlichen schwanzartigen, soliden Fortsatz, dessen Ende jedoch häufig gablig gespalten ist. Zuweilen erstreckt sich die Gablung sogar bis zum Grunde des Schwanzfortsatzes, so dass sich zwei Anhänge finden. Der Ursprung der Schwanzanhänge liegt stets dem zugespitzten Pol der etwa ovalen linsenförmigen Sporenschale gegenüber, also ebenfalls polständig. — Ueber die Natur und die Bedeutung dieser Schwänze entwickelte Balbiani eine sehr eigenthümliche und schwer verständliche Ansicht. Nach ihm „ist der Rand jeder Schalenklappe in seinem Umkreis von einem elastischen Ring (wahrscheinlich der schon oben erwähnte Wulst) gebildet, welcher Ring sich aus zwei Stücken zusammensetze, die in der Mittellinie mit einander articuliren und sich in fadenförmigen, mehr oder weniger zahlreichen Fortsätzen endigen". Unter gewöhnlichen Umständen sollen diese Filamente wenig sichtbar sein, da sie sich dem Rand der Klappen dicht anlegen. Zu gewissen Zeiten dagegen sollen sie sich davon abheben, sich verlängern und in verschiednen Richtungen abstehen. — Bei manchen Sporen nun legten sich diese Filamente nicht um den Rand der Schale herum, sondern streckten sich in der Axe der Spore aus, vereinigten sich in variabler Länge und bildeten so den einfachen oder getheilten Schwanzfaden. Ich habe diese Darstellung Balbiani's möglichst mit seinen eignen Worten wiedergegeben, da sie mir in vielen Punkten unklar geblieben ist, ganz abgesehen von der höchst merkwürdigen Bedeutung, welche Balbiani den Filamenten bei der von ihm angeblich festgestellten Fortpflanzung der Psorospermien zuschreibt.

Die Sporenschale ist stets ziemlich dick und daher deutlich doppelt contourirt. Sie wird von einem sehr widerstandsfähigen Stoff gebildet, da nach Balbiani selbst heisse Alkalien und Mineralsäuren sie nicht angreifen. Dagegen wird sie nach meinen Erfahrungen von erhitzter, concentrirter Schwefelsäure zerstört. Die Einwirkung der erwähnten Reagentien löst den Zusammenhang der beiden Schalenklappen, die alsdann auseinanderfallen (Fig. 8). Auch längere Aufbewahrung in Wasser scheint denselben Effect auszuüben, wie Creplin schon 1846 hervorhob; doch erfolgt das Aufspringen der Schale, wie wir noch sehen werden, auch wohl auf natürlichem Weg bei der Weiterentwicklung.

Am zugespitzten Pol der linsenförmigen Sporen findet sich eine Oeffnung, auf welche schon J. Müller hinwies. Dieselbe wird wohl einfach dadurch zu Stande kommen, dass hier die beiden Schalenklappen etwas auseinanderweichen. Es ist zu vermuthen, dass bei den beiderseits zugespitzten Sporen der Hechtmyxosporidie beide Pole eine feine Oeffnung besitzen.

Ganz constant findet man nun innerhalb der Sporenschale noch eigenthümliche, ziemlich dunkle und scharf umschriebne bläschenförmige Ge-

bilde in verschiedner Zahl, die stets dem einen oder bei doppelter Zuspitzung den beiden Polen genähert liegen und welche daher als Polkörperchen bezeichnet wurden. Schon J. Müller beschrieb dieselben recht gut. Gewöhnlich finden sie sich nur in dem einen zugespitzten Pol der Psorospermie, wo sie in Zwei-, Drei-, seltner Vier- und nach Balbiani sogar zuweilen in Achtzahl liegen (vergl. die Figg.).

Ihre Gestalt ist gewöhnlich eine ovale mit einem etwas zugespitzten Pol; ihre Lagerung eine solche, dass die zugespitzten Pole dem verschmälerten Pol der Sporenschale, resp. der hier vorhandnen Oeffnung dicht genähert sind. Als ein seltner Fall ist zu verzeichnen, dass bei beiderseits zugespitzten Sporen auch jeder Pol mit ein oder zwei solchen Polkörperchen ausgerüstet sein kann, wie dies von Leydig bei gewissen Sporen aus dem Gallengang des Raja batis, von Lieberkühn u. A. bei denen der Hechtharnblase aufgefunden wurde (15). Sehr interessant ist nun der feinere Bau dieser Polkörperchen, welchen zuerst Balbiani kennen lehrte. Er entdeckte in jedem der bläschenförmigen Polkörperchen einen spiralförmig aufgerollten Faden, welcher das Innere des Bläschens vollständig durchzog. Bei Einwirkung verschiedner Reagentien, wie kaustische Alkalien und Glycerin, wird der Spiralfaden plötzlich hervorgeschnellt; er tritt dann, sich aufrollend, als ein ansehnlicher Faden (bis zur 8-, ja 10fachen Länge des Psorosperms) aus der erwähnten Oeffnung der Schalenhaut hervor (9).

Diese Beobachtung Balbiani's haben später Bessels, Aimé Schneider und schliesslich Bütschli bestätigt; letzterer fügte noch zu, dass die Ausschnellung der Fäden auch durch Druck hervorgerufen wird, dann jedoch häufig etwas unregelmässig erfolgt. Auf Grund dieser Bauweise und des Verhaltens der sogen. Polkapseln ergibt sich denn, dass dieselben sich in jeder Hinsicht den Nesselkapseln der Coelenteraten anreihen und daher füglich auch nur als solche betrachtet werden können. Die Richtigkeit dieser Auffassung wird auch noch durch die Entwicklung, welche die Polkapseln der Sporen zeigen, bestätigt. Bütschli hat hiervon einiges beobachtet, woraus hervorzugehen scheint, dass der Faden zunächst im ausgestülpten Zustand angelegt wird und sich erst nachträglich ins Innere der Kapsel zurückzieht. Obgleich ich früher aus meinen Beobachtungen diesen Schluss nicht zog, scheint derselbe jetzt gerechtfertigt, da mittlerweile Jickeli*) einen solchen Entwicklungsgang für die Nesselkapseln der Hydra sehr wahrscheinlich gemacht hat. Auf die eigenthümliche Bedeutung, welche Balbiani diesen Fäden zuschreibt, werden wir weiter unten noch zurückkommen, heben jedoch hier noch hervor, dass ihr Hervortreten unter natürlichen Bedingungen bis jetzt noch nicht beobachtet wurde.

Das übrige Sporeninnere wird von einem meist sehr hellen, durchsichtigen, wenig körnigen Protoplasma erfüllt, von welchem die früheren

*) Siehe dessen Arbeit im „Morpholog. Jahrbuch" Bd. 8. p. 373.

Beobachter meist gar nichts wahrgenommen haben, das jedoch Balbiani durch die Einwirkung gerinnenmachender Reagentien nachwies.

Bei genauer Untersuchung der Sporen bemerkt man häufig sehr deutliche Anzeigen, dass auch die Polkapseln noch von einem zarten Ueberzug des plasmatischen Sporeninhalts theilweis überkleidet werden, wodurch sehr wahrscheinlich wird, dass sie nicht neben, sondern in dem plasmatischen Sporeninhalt liegen, was übrigens auch schon nach ihrer Entstehungsgeschichte zu erwarten war.

Wie schon bei der Betrachtung der Bildungsgeschichte der Sporen angedeutet wurde, umschliesst der Sporeninhalt einen Zellkern, welchen Bütschli zuerst beobachtete.

Ueber die weiteren Schicksale der Sporen haben sich bis jetzt nur zwei Beobachter, Lieberkühn und Balbiani, jedoch in übereinstimmender Weise ausgesprochen. Beide geben an, dass die Sporenschale schliesslich in die beiden Klappen aufspränge und der Protoplasmainhalt in Gestalt eines kleinen, amöbenartig beweglichen Körperchens hervortrete (18b—c), über dessen weitere Schicksale und seine eventuelle Entwicklung zur ausgebildeten Myxosporidie bis jetzt noch nichts Sicheres ermittelt wurde, wenn auch natürlich die Annahme sehr nahe liegt, dass dies einfach durch Auswachsen der kleinen hervorgeschlüpften Amöbe geschehe. Nach Lieberkühn soll das Ausschlüpfen des Sporeninhalts sogar schon innerhalb der sogen. Myxosporidiencysten vor sich gehen, eine Erscheinung, welcher ich nicht allgemeine Gültigkeit zuschreiben möchte.

Ueberhaupt kann ich einige Zweifel bezüglich eines so einfachen Entwicklungsganges der Sporen nicht unterdrücken. Sporen, welche ich lange Zeit in Wasser aufbewahrte, zeigten keine wesentliche Veränderung, namentlich auch kein Austreten des Inhalts in Amöbengestalt. Weiterhin erscheint mir jedoch eine so einfache Weiterentwicklung der Sporen namentlich deshalb etwas zweifelhaft, weil ich annehmen muss, dass den eigenthümlichen Nesselkapseln doch irgend eine bis jetzt noch unbekannte wichtige Bedeutung zukommen muss, wogegen sie bei der Annahme eines so einfachen Entwicklungsganges wie eine Art Luxus erscheinen. Man könnte eventuell daran denken, dass die hervorschnellenden Fäden der Kapseln den Sporen zur Befestigung an anderen Fischen oder auch an der Nahrung derselben dienten.

Hiermit wäre das Wichtigste unsres thatsächlichen Wissens von den Myxosporidien erschöpft; es mögen sich hieran nun noch einige Bemerkungen über die Bedeutung, welche diesen Organismen von Seiten der verschiednen Beobachter zugeschrieben wird, anreihen.

Bekanntlich hat zuerst Leydig eingehender auf ihre Beziehungen zu den Gregariniden aufmerksam gemacht, gestützt auf die zuerst von ihm etwas aufgeklärte Entstehungsgeschichte der Sporen in den plasmodienartigen Zuständen. Dieser Ansicht schloss sich dann später Lieberkühn vollständig an und dieselbe blieb bis zur heutigen Zeit so ziemlich die

verbreitetste. Es kann nun auch nicht geleugnet werden, dass mancherlei für sie spricht, namentlich die Uebereinstimmungen, welche in der Bauweise der Sporen der Myxosporidien und derjenigen der Gregariniden zu beobachten sind. Gestalt und Grössenverhältnisse, die Zweiklappigkeit, welche auch bei gewissen Gregarinensporen (Adelea) gefunden wird, weiterhin die eigenthümlichen Schwanzfäden, die sich ähnlich bei der Monocystideen-Gattung Urospora wiederfinden, sind in dieser Hinsicht zu erwähnen. Dagegen lässt sich auch ein tiefgehender Unterschied zwischen den beiderlei Sporen nicht verkennen, welcher durch die allgemeine Anwesenheit der Nesselkapseln bei den Myxosporidien bedingt wird. Bekanntlich hat sich in den Sporen der Gregarinidae bis jetzt nichts auffinden lassen, was mit Sicherheit diesen Polkapseln verglichen werden könnte. Nur in den Sporen der Gattung Adelea beobachtete Schneider zwei Körperchen, welche eine gewisse Aehnlichkeit mit den Polkapseln zeigen, doch konnte bis jetzt eine wirkliche Uebereinstimmung mit den letzteren keineswegs festgestellt werden. Auch die Entwicklung sichelförmiger Körperchen, die ja sonder Zweifel, speciell für die Monocystideen, sehr charakteristisch erscheint, liess sich bis jetzt bei den Myxosporidiensporen nirgends beobachten; doch glaube ich, dass hierauf vorerst nicht zu viel Werth gelegt werden darf, da ja die bisherigen Untersuchungen über das weitere Schicksal der Sporen gerade nicht sehr ausgedehnte gewesen sind. Schwierigkeiten für die Begründung einer näheren Verwandtschaft zwischen Gregariniden und Myxosporidien erwachsen weiter noch daraus, dass sich auch der reife Zustand der letzteren, wegen mancherlei Verschiedenheiten den ausgebildeten Gregariniden nicht ohne Weiteres vergleichen lässt. Ein hüllenloser, deutlich amöboider, ja zuweilen baumförmig verästelter Protoplasmakörper bietet in der That keine rechten Vergleichspunkte mit den echten Gregarinen dar, wozu sich dann weiterhin noch das Vorkommen zahlloser kleiner Zellkerne bei den Myxosporidien gesellt. Dennoch glaube ich, darf selbst diesen nicht unbeträchtlichen Abweichungen im Bau der erwachsenen Zustände der Myxosporidien kein zu grosses Gewicht bei der Beurtheilung ihrer Beziehungen zu den Gregariniden beigelegt werden. Die Charaktere derartiger einzelliger Organismen sind im Ganzen so geringfügig, dass durch gewisse Abweichungen in denselben die Uebereinstimmung, welche in den Fortpflanzungsverhältnissen sich finden, nicht in den Hintergrund gedrängt werden kann. — Das Fehlen eines dem Encystirungsprocess der Gregariniden vergleichbaren Vorgangs im Entwicklungskreis der Myxosporidien besitzt vielleicht nicht die Bedeutung, welche man anfänglich darin wohl erblicken möchte, da es nach neueren Erfahrungen wahrscheinlich geworden ist, dass auch gewisse Gregariniden ohne Encystirung sporuliren. Auch die Verschiedenheit in den Kernverhältnissen ist vielleicht mehr eine scheinbare, da ja auch die Gregariniden, welche zahlreiche Sporen erzeugen, ohne Zweifel kurz vor dem Hervorknospen dieser Sporen eine ungeheure Menge kleiner Kerne enthalten und es darf nicht vergessen

werden, dass wir die Myxosporidien bis jetzt eigentlich nur während des Sporulationsprocesses beobachtet haben.

Fernerhin ist jedoch heutzutage das Auftreten jugendlicher amöbenähnlicher Zustände bei den Gregariniden nicht wohl zu bezweifeln, so dass sich hieraus die Möglichkeit der Existenz verwandtschaftlicher Beziehungen auch der erwachsenen plasmodienartigen Myxosporidien zu den eigentlichen Gregariniden ergibt. Beide könnten sich wohl von gemeinsamen Ursprungsformen aus, die schon durch gewisse charakteristische Fortpflanzungserscheinungen gekennzeichnet waren, entwickelt haben. Während die eigentlichen Gregariniden dann im Laufe ihrer phylogenetischen Hervorbildung allmählich die sie jetzt bezeichnenden, bestimmteren Charaktere entwickelten, verharrten dagegen die Myxosporidien auf einer niederen, dem ursprünglichen Ausgangspunkt ähnlichen Entwicklungsstufe.

Es wäre sogar möglich, dass ein bis jetzt leider nur flüchtig von Giard (83) beschriebner Organismus, seine sogen. Lithocystis Schneideri, eine Art Mittelstufe zwischen Gregariniden und Myxosporidien einnimmt, da er das plasmodienartige Wesen mit Erzeugung ähnlicher Sporen wie die Myxosporidien, sowie der Hervorbildung sichelförmiger Keime in diesen Sporen vereinigt. Leider ist jedoch, wie gesagt, die Lithocystis noch nicht eingehend beschrieben, so dass ihre Beurtheilung bis jetzt etwas schwer fällt*).

Aus dieser Erörterung dürfte schon hervorgehen, dass ich, bei dem heutigen Stand unsrer Kenntnisse, nähere Beziehungen der Myxosporidien zu den Gregarinen für nicht unwahrscheinlich halten muss, und in ihrer Anreihung an die Gregarinida einstweilen die geeignetste Stellung erkenne, welche wir dieser Gruppe geben können. Im Gegensatz zu einer

*) Es dürfte wohl hier die Gelegenheit sein, über diese Lithocystis, welche sich bis jetzt weder den Coccidien noch den Myxosporidien mit Sicherheit anschliessen lässt, sondern eine Art Mittelglied zwischen beiden zu sein scheint, kurz etwas näher zu berichten. Wie bei den letzteren sind die Erzeuger der sogen. Psorospermiencysten der Lithocystis relativ ansehnliche, plasmodienartige Sarkodemassen, welche sich hauptsächlich auf der Oberfläche der Schale in der Leibeshöhle des Echinocardium cordatum finden. Ihre Sarkode schliesst so grosse Menge dunklen, körnigen Pigments ein, dass sie ganz schwarz erscheinen. Auf ihrer Oberfläche finden sich mehr oder weniger zahlreiche kuglige Cysten sehr verschiedner Grösse (bis zu 2 Mm. Durchm.), welche in ihrem Innern einen hellen Fleck, der aus Krystallen besteht, sowie zahlreiche Psorospermien (Sporen) wahrnehmen lassen. Die Sporen sind regelmässig radial um das Centrum gestellt und besitzen eine spindelförmige Gestalt mit zwei ansehnlich langen nach dem Centrum gerichteten Schwanzfäden. Sämmtliche Fäden vereinigen sich im Centrum der Cyste. In gewissen Cysten finden sich Mikro-, in anderen Makrosporen, welche beide sich nur durch ihre Grössenverhältnisse von den normalen Sporen unterscheiden. Später ordnen sich die Sporen zu zahlreichen kleinen Gruppen an, und die beiden Schwanzfäden jeder Spore legen sich zur Bildung eines einfachen Fadens zusammen. Das Vorhandensein von Polkörperchen wird nicht angegeben. Der Inhalt der Spore entwickelt 3—6 sichelförmige Körperchen und einen Nucleus de reliquat. Der Krystallhaufen der Cysten zerfällt bei ihrer Reife und soll zur Ausstreuung der Sporen beitragen, ähnlich wie das sogen. Capillitium der Myxomycetensporangien. Die zahlreichen amöbenartigen Körperchen, welche man in der Leibeshöhlenflüssigkeit des Echinocardium trifft, sollen wahrscheinlich in den Entwicklungskreis der Lithocystis gehören. Durch ihre Verschmelzung bildeten sich die Plasmodien hervor, sie selbst jedoch lassen sich ableiten von den ausgeschlüpften sichelförmigen Körperchen.

derartigen Anschauung haben sich zwei französische Forscher, Robin und Balbiani, dafür ausgesprochen: dass die Myxosporidien keine Beziehungen zu den Gregariniden besässen und überhaupt nicht zu den thierischen Wesen zu stellen seien, dass ihre Natur sie vielmehr entschieden in das Pflanzenreich verweise. Wir haben an dieser Stelle nicht nochmals auf die Beurtheilung der pflanzlichen oder thierischen Natur der Gregariniden überhaupt zurückzukommen, da wir dieser Frage schon früher einige Worte gewidmet haben, dagegen müssen wir einige der Punkte, welche jedenfalls bei Balbiani's Deutung der Myxosporidien sehr ins Gewicht fielen, hier kurz hervorheben. Balbiani entwickelte nämlich auf Grund seiner Beobachtungen eine sehr eigenthümliche Ansicht über den Fortpflanzungsvorgang der sogen. Psorospermien, welchen er, sowie ihre Entwicklungsgeschichte genauer darzustellen versprach; doch hat er meines Wissens hierüber keine ausführlichere Mittheilung veröffentlicht, so dass wir seine Ideen nur aus den kurzen, schwer verständlichen Andeutungen, welche er in seiner Arbeit macht, kennen lernten. Aus diesen scheint nun hervorzugehen, dass er die Sporen unsrer Myxosporidien nicht etwa für Fortpflanzungskörper eines sarkodinenartigen Organismus, sondern für voll-entwickelte, selbstständige Wesen pflanzlicher Natur hält. Nach ihm sollen sich die Psorospermien durch einen Conjugationsact fortpflanzen, und zwar seien zu dessen Einleitung die früher beschriebnen Filamente der Schalenklappen-Ränder bestimmt. Mittels derselben sollen sich nämlich zwei Psorospermien aneinanderheften und während des gesammten Fortpflanzungsactes in Berührung verweilen. Andrerseits scheint er jedoch den Fortpflanzungsprocess der Psorospermien sogar als einen geschlechtlichen anzusprechen, da er die oben näher beschriebnen, ausschnellbaren Fäden der Polkapseln den Antherozoidien der Cryptogamen zu vergleichen sucht.

So interessant nun auch die Balbiani'schen Beobachtungen über die Bauverhältnisse der Myxosporidiensporen sind, so wenig können wir uns dagegen entschliessen, seinen Angaben über solch eigenthümliche Fortpflanzungsverhältnisse derselben ohne genauere Darstellungen Vertrauen zu schenken. Andre Gründe finden wir aber bei Balbiani nicht, mitwelchen sich die Behauptung der pflanzlichen Natur der Psorospermien unterstützen liesse.

In neuester Zeit hat sich R. Gabriel, dessen Ansicht über die Fortpflanzung und die verwandtschaftlichen Beziehungen der Gregariniden schon früher besprochen wurden, dahin geäussert, dass die erwachsenen Myxosporidien „höhere Phasen der Entwicklung von Myxomycetenplasmodien repräsentirten". Es steht diese Anschauung natürlich ganz im Einklang mit seiner allgemeinen Auffassung der Gregariniden. Auch Giard kam schon früher (1876) auf Grund seiner Beobachtungen über die Lithocystis Schneideri zu einer ähnlichen Vermuthung und erkennt gleichfalls die nächsten Verwandten der Psorospermien in den Myxomyceten und den Chytrideen.

III. Sarcosporidia.

(Balbiani 1882.)*)

(Miescher'sche oder Rainey'sche Schläuche [Sarcocystis]**) und die parasitischen Schläuche der Süsswassercrustaceen [Amöbidium Cienkowsky]).

T. 38. Figg. 25—29.

Noch unsicherer in ihrer Stellung und ihren möglichen Beziehungen zu den Gregarinida erscheinen die sogen. parasitischen Schläuche, welche Miescher (106) im Jahre 1843 zuerst in den quergestreiften Muskeln der Hausmaus (Mus musculus) entdeckte. In der Folge wurden sie bald als sehr häufige Schmarotzer der Säugethiere und gelegentlich auch der Vögel erkannt. Da eine sichere Bestimmung der Natur dieser Organismen, sowie gewisser, in mancher Hinsicht ähnlicher schlauchartiger Schmarotzer auf der äusseren Körperoberfläche kleiner Süsswasserarthropoden bis jetzt noch fehlt und da ihre Eigenthümlichkeiten noch am meisten für ihre Einreihung in die Abtheilung der Sporozoa zu sprechen scheinen, müssen wir hier noch eine kurze Darstellung dieser Sarcosporidia anreihen.

Die parasitischen Schläuche der quergestreiften Säugethiermuskeln (Sarcocystis) schmarotzen in den Muskelzellen (den sogen. Primitivbündeln) selbst, sind also umschlossen von dem Sarcolemma, häufig sogar noch von einer dünnen Hülle quergestreifter contractiler Substanz, welch letztere je nach Grösse und Ausdehnung des Schlauches mehr oder minder zerstört ist (Fig. 28). Die Schläuche besitzen eine ziemlich dicke Cuticula und schliessen grosse Massen sporenartiger, kleiner Körperchen ein. Bevor wir den Bau der Schläuche etwas näher ins Auge fassen, wollen wir uns über ihr Vorkommen und ihre Verbreitung eingehender unterrichten. Am häufigsten und wohl auch massenhaftesten findet man sie beim Hausschwein (jedoch auch dem wilden Schwein [Cohnheim] und dem Maskenschwein [Pagenstecher, 115]), ja sie werden hier geradezu, so z. B. von Ripping (114), als constant vorhandne Schmarotzer bezeichnet. Sie finden sich beim Schwein zuweilen so massenhaft, dass die von ihnen dicht durchsetzten Muskeln weiss gestrichelt erscheinen, ja Virchow (120) be-

*) Der Name „Sarcosporidia" wurde von Balbiani in einer allgemeinen Darstellung der Sporozoa, deren erste Abschnitte, während des Drucks unsrer Bearbeitung dieser Gruppe, im Journal de Micrographie, herausgeg. von Pelletan T. VI. 1882, erschienen, aufgestellt.

**) Der Name „Sarcocystis" wird zuerst von R. Lankester (97) gebraucht.

richtet: einmal solches Schweinefleisch gesehen zu haben, dessen Masse fast zur Hälfte aus parasitischen Schläuchen bestand.

Wie gesagt, sind die Sarcosporidien unter den Säugethieren noch sehr weit verbreitet, und zwar sowohl bei domesticirten wie freilebenden. Wie schon erwähnt, kennt man sie von der Maus und ebenso von der Ratte, wo sie zahlreiche Beobachter häufig gefunden haben*); bei den domesticirten Wiederkäuern, wie dem Rindvieh, Schafen, Ziegen sind sie häufig, fehlen jedoch auch dem Pferd nicht (Perroncito 110, Siedamgrotzky 123)**).

Mehrfach beobachtet wurden sie weiterhin auch beim Reh (Hessling [107], Manz [122]) und bei einem Affen (Inuus) von Ratzel (123). Beim Menschen wurden dagegen unsre Schmarotzer bis jetzt durchaus vermisst. Kühn (116) fand sie auch bei Hühnern und Rivolta (76, 88) hat auf das Vorkommen ähnlicher Parasiten in der Submucosa des Darmes mehrerer Vögel (der Haushühner, Schwarzamsel [Turdus merula], des Raben etc.) aufmerksam gemacht und es scheint auch, dass dieselben mit Recht den parasitischen Schläuchen der Säugethiere an die Seite gesetzt werden.

Sämmtliche quergestreifte Muskeln des Körpers scheinen unter Umständen von den Schläuchen inficirt werden zu können, jedoch lässt sich nicht verkennen, dass gewisse Muskelpartien mit Vorliebe heimgesucht werden. Manz fand sie hauptsächlich im Zwerchfell und den muskulösen Bauchwandungen, dem Psoas und den Adductores femoris, recht häufig sind sie weiterhin in den Augenmuskeln, der Zunge und den Thoraxwänden. Auch das Herz wird vielfach von ihnen heimgesucht. Zürn (74) hebt noch hervor, dass auch die quergestreifte Muskulatur des Schlundes, des Larynx und Pharynx mit Vorliebe von ihnen befallen wird und dass sie namentlich an diesen Orten für den Parasitenträger gefährlich werden können, indem nach den Beobachtungen von Leisering, Dammann und Niederhäusern (119, 121, 126) durch reichliche Inficirung dieser Partien Respirationsbeschwerden, ja Erstickungsanfälle hervorgerufen werden können. Sonst scheinen sie ziemlich harmloser Natur zu sein und ihre Wohnthiere nicht besonders zu belästigen***).

Die Grösse, welche unsre Gebilde erreichen, ist häufig eine recht beträchtliche, so dass sie gewöhnlich schon mit blossem Auge wahrgenommen werden können. Es finden sich jedoch meist Schläuche sehr verschiedner Grösse gleichzeitig vor, da sie in den Muskelzellen allmählich heranwachsen. Durchschnittlich beträgt ihre Länge etwa 1—2 Mm., was jedoch nicht ausschliesst, dass sie an gewissen Orten auch unter

*) Beim Hasen soll sie v. Hardenberg gefunden haben (nach Ripping).

**) Auch Cobbold (127, 129) will ähnliche Parasiten in den Mitralklappen eines Pferdeherzens beobachtet haben, jedoch scheint aus seiner Mittheilung die Sarcosporidiennatur dieser Gebilde nicht mit hinreichender Sicherheit hervorzugehen.

***) Cobbold (129) hat beträchtliche Quantitäten inficirten Rindfleisches ohne Nachtheil genossen und spricht sich daher auch für die Harmlosigkeit dieser Parasiten aus, jedoch gibt er nicht an, in welcher Zubereitung oder Form das Fleisch gegessen wurde.

1 Mm. zurückbleiben. Andrerseits wird jedoch auch vielfach von einer noch beträchtlicheren Länge berichtet, so messen die des Affenmuskels nach Ratzel bis 3 Mm., Virchow berichtet sogar von $^1/_2$ Zoll langen bei der Ratte und Manz von zwei Zoll langen bei dem Reh.

Die Gestalt der Schläuche ist entweder eine sehr lang gestreckte mit beiderseits zugespitzten Enden, wobei ihre Breite gewöhnlich so gering bleibt, dass die sie einschliessenden Muskelzellen nicht aufgetrieben erscheinen (Fig. 28); oder sie sind kürzer und dicker, von mehr ovaler Gestalt (Fig. 25), und dann übertrifft ihre Breite gewöhnlich die der normalen Muskelfasern, so dass letztere von den eingeschlossnen Schläuchen bauchig aufgetrieben erscheinen. Letztre Bildung sollen nach Beobachtungen Hessling's und Rainey's namentlich die Schläuche der Herzmuskulatur und der Zunge zeigen. Nach Leuckart sollen auch die nicht aufgetriebnen Muskelzellen mit schlanken Schläuchen bei der Lösung ihrer Insertionen bauchig zusammenschnurren. — Die Hüllmembran (Cuticula? Cystenhülle?) der Schläuche zeigt eine Reihe eigenthümlicher Verhältnisse. Bei den kleinsten Schläuchen vermissten Hessling und Rainey eine solche Hüllmembran, Rainey will sogar beobachtet haben, dass sich die Hülle zuerst in der Mittelregion des jungen Schlauches bilde und erst nachträglich über die zugespitzten Enden ausdehne. Die Beschaffenheit der Membran wird von den verschiednen Beobachtern etwas verschieden dargestellt. Zum Theil wird sie als eine ganz einfache, structurlose Haut beschrieben (speciell auch bei den ebenerwähnten jugendlichsten Schläuchen), andre Beobachter, so Pagenstecher (beim Maskenschwein), schildern eine gerippte Beschaffenheit der Hüllhaut durch schräg verlaufende Linien hervorgerufen und eine deutliche Zähnelung des Randes; gewöhnlich wird jedoch angegeben, dass die Aussenfläche der Haut dicht mit feinen borsten- oder haarartigen Gebilden besetzt sei, welche einen, wenigstens äusserst häufig vorhandnen, allseitigen Ueberzug bilden. Nach den Beobachtungen von Manz scheint es, dass namentlich jugendliche, kleinere Schläuche diesen Borstenbesatz aufweisen, während er bei den völlig erwachsenen seltner zur Beobachtung kommt, — sei es, dass er bei diesen thatsächlich verloren geht — oder dass er nur leichter abgestreift wird. Nach Manz soll nämlich der Besatz leicht abgestreift werden. Aus dieser Angabe geht gleichzeitig hervor, dass Manz unterhalb des Borstenbesatzes noch eine besondre, continuirliche, zarte Haut annimmt, was in seiner Schilderung auch direct erwähnt wird. Zuweilen tritt eine besondre Anordnungsweise dieses Borstenbesatzes hervor, wenigstens wird eine solche von Rainey, dem ersten Beobachter der Borsten, mit grosser Bestimmtheit beschrieben. Während nämlich die Börstchen der Mittelregion senkrecht auf der Oberfläche des Schlauches stehen, nehmen sie nach den Schlauchenden zu mehr und mehr eine schiefe, der Mittelregion zugewendete Stellung an und die der äussersten Enden laufen schliesslich der Schlauchaxe nahezu parallel. Jedenfalls findet sich aber eine solche Anordnung nicht allgemein, wenigstens

zeichnet Manz die Borsten allseitig deutlich senkrecht zur Oberfläche des Schlauchkörpers.

Ueber die Natur und die Bedeutung des Borstenbesatzes sind sehr verschiedne Ansichten geäussert worden. Rainey, welcher sich über seine Natur keine rechten Vorstellungen machen konnte, erblickt in ihm ein Bewegungsorgan, das den Schläuchen einmal bei ihrem Längenwachsthum innerhalb der Muskelzelle von Vortheil sei, andrerseits jedoch auch bei ihrem von ihm angenommenen Auswandern aus den Muskelzellen eine Hauptrolle spiele. Rivolta (72) erkannte darin sogar die starrgewordnen Cilien eines bewimperten Infusors, aus welchen die Schläuche ursprünglich hervorgegangen seien. Als verfehlt muss auch die von Virchow vertretne Ansicht betrachtet werden, welche den Borsten- oder Stäbchenbesatz auf Reste der zu Grunde gegangnen contractilen Substanz der Muskelzelle zurückzuführen suchte. Auch Kühn hat sich dieser Auffassung angeschlossen. Gegen letztere Deutung sprachen sich namentlich Kraus, Leuckart und Manz aus, und die von Leuckart versuchte Erklärung dürfte augenblicklich wohl als die natürlichste erscheinen. Nach ihm soll die ziemlich dicke Schlauchhaut von zahlreichen, dichtstehenden Porenkanälen durchbohrt sein; er will solche intacte, poröse Häute zuweilen beobachtet haben. Sehr gewöhnlich zerfalle jedoch die Haut durch Rissbildungen zwischen den benachbarten Porenkanälchen — ähnlich wie bei den bekannten Cuticularsäumen der Darmepithelzellen der Säugethiere — in einen solchen Stäbchen- oder Borstenbesatz. Wie gesagt, scheint mir diese Deutung, welcher sich auch Manz im Wesentlichen angeschlossen hat, sehr wahrscheinlich, nur möchte ich vermuthen, dass sich unterhalb der porösen und gewöhnlich in den Borstenbesatz zerfallenden Haut noch eine continuirliche zusammenhängende Membran oder doch eine nicht zerfallende Hautschicht finde, da das von Manz beschriebne Abstreifen des Borstenbesatzes doch wohl nur bei einer solchen Annahme erklärt werden kann.

Der Inhalt der Schläuche ist auf jeder Grössenstufe ihrer Entwicklung im Wesentlichen stets derselbe. Er besteht aus einer schleimigen, z. Th. auch als gallertig beschriebnen, wahrscheinlich also protoplasmatischen Grundmasse, in welche eine ungemein grosse Zahl sehr kleiner protoplasmatischer Körperchen eingebettet sind, die wir hier als Keime bezeichnen wollen. In die protoplasmatische Grundmasse sind meist noch zahlreiche stark lichtbrechende, fettähnliche Körnchen eingebettet. Bei den kleinsten, jugendlichsten Schläuchen fand Hessling die Keime ohne besondere Gruppirung der Grundsubstanz eingelagert. Bei den grösseren Schläuchen dagegen beobachtet man stets, dass die Keime zu Ballen oder Gruppen, welche von einer sehr zarten Haut umschlossen werden, zusammengelagert sind (Fig. 25). Da diese Keimballen (vielleicht als Sporen zu bezeichnen) dicht zusammengepresst, das Schlauchinnre meist völlig erfüllen (nur die beiden äussersten Schlauchspitzen bleiben zuweilen frei), so

platten sie sich gegenseitig polygonal ab. Beim Hervortreten aus dem zerrissnen Schlauch nehmen sie dagegen kuglige Gestalt an.

Ueber die Entstehung der Keime hat man bis jetzt nur Weniges ermittelt. Dass die Bildung der Ballen oder Sporen der Entwicklung der eigentlichen Keime vorhergehe, wie Leuckart anzunehmen geneigt scheint, ist wenigstens vorerst, nach der angeführten Beobachtung von Hessling, nicht sehr wahrscheinlich; das Einzige, was hinsichtlich der Sporenbildungsgeschichte bis jetzt mit Sicherheit ermittelt zu sein scheint, ist, dass die jugendlichen Schläuche neben den ausgebildeten Keimen meist zahlreiche rundliche, plasmatische, schwach granulirte Körperchen (welche nach Manz auch einen Kern enthalten sollen) einschliessen. Diese rundlichen Körperchen sind ohne Zweifel die jugendlichen Keime, wenn sich auch ihre Umbildung zu den entwickelten wahrscheinlich nicht in der Weise vollzieht, welche Manz geschildert hat. Nach ihm besitzen diese Körperchen nämlich auch eine sehr zarte Membran, innerhalb welcher sich nun der protoplasmatische Inhalt zu einem nierenförmig gekrümmten Körperchen zusammenzieht, das schliesslich aus der Hülle hervorbreche und den eigentlichen Keim darstelle. Ich vermuthe, wie angedeutet, dass diese Darstellung nicht dem thatsächlichen Vorgang entspricht, sondern dass Manz wahrscheinlich durch Einwirkung quellender Zusatzflüssigkeiten, speciell Wasser, irregeleitet wurde.

Es unterliegt nun keiner Frage, dass der Keimbildungsprocess gewissermaassen ein continuirlicher sein muss, da ja schon die kleinsten Schläuche Keime einschliessen und sich deren Zahl mit dem Wachsthum des Schlauches stetig vermehrt. Ueber diese Neubildung von Keimen sind die Beobachter gleichfalls wenig sicher; Rainey vermuthete, dass die zugespitzten Schlauchenden der Sitz der Keimbildung seien; in der diese erfüllenden plasmatischen Grundsubstanz sollen zuerst fettähnliche runde Körperchen hervortreten, welche sich hierauf in die nierenförmigen Sporen umbildeten. Hessling und Manz dagegen versuchten eine Vermehrung der Sporen durch Theilung wahrscheinlich zu machen, auf welchen Vorgang wir weiter unten noch zurückkommen werden. Dass auch die Zahl der Keimballen in den heranwachsenden Schläuchen sich vermehrt, bedarf hier kaum noch eines besonderen Hinweises. Die ausgebildeten Keime sind hüllenlose, plasmatische, etwas dunkle Körperchen, deren Gestalt ziemlich verschieden, am häufigsten jedoch eine nieren- bis halbmondförmige ist (Fig. 27). Daneben finden sich jedoch auch ovale bis längliche, sogar mehr oder weniger unregelmässige Keime, zuweilen sollen auch einzelne wie tortirt erscheinen (Pagenstecher). Ihr Leibesprotoplasma ist ziemlich homogen, enthält nur einige dunkle Körnchen, welche meist in die Enden eingebettet sind. Gewöhnlich beobachtet man jedoch ein bis zwei vacuolenartige helle Stellen in ihnen, die theils mehr in der Mitte, theils den Enden genähert liegen und die von den meisten Beobachtern als Flüssigkeitstropfen beansprucht werden, wogegen sie Manz,

jedoch wahrscheinlich irrthümlich, für Kerne erklärt. Leuckart hebt sogar hervor, dass diese Vacuolen sich erst nachträglich bilden, in ganz frischen Keimen dagegen fehlen. Die Vermuthung liegt nahe, dass diese vacuolenartigen Gebilde der Sarcocystiskeime den lichtbrechenden Körpern entsprechen, welche in den sichelförmigen Keimen gewisser Coccidien beobachtet wurden. In diesem Sinne sprach sich denn auch R. Lankester neuerdings aus (97).

Die meisten Beobachter konnten keine Bewegung der Keime wahrnehmen, nur Virchow will sich überzeugt haben, „dass sie sich anfänglich in der Flüssigkeit bewegen und ihre Gestalt durch Bildung von Hervorragungen und Ausstülpungen ändern", später jedoch sollen sie ruhig und etwas runzelig werden. Auch Pagenstecher will träge Formveränderungen derselben beobachtet haben. Es scheint aber active Beweglichkeit der Keime bis jetzt kaum sichergestellt zu sein, womit jedoch nicht ausgeschlossen sein soll, dass dieselben sich auf gewissen Lebensstadien doch activ bewegen.

Nur ein einziger Beobachter, Pagenstecher, will beim Maskenschwein neben den geschilderten Inhaltsgebilden der Schläuche noch anderweitige, sehr eigenthümliche Körperchen beobachtet haben. Dieselben zeigten einen spermatozoënartigen Bau mit Köpfchen und Schwanzfaden, von welchen das erstere höchstens $^1/_{10}$ des Durchmessers der Keime maass. Sie bewegten sich lebhaft spermatozoënartig und klebten häufig haufenweise mit den Köpfen zusammen. Es schien Pagenstecher möglich, dass sie aus Zellen, welche sich zwischen den Keimen zerstreut fanden, ihren Ursprung nähmen. Da von keinem der übrigen Beobachter etwas Aehnliches berichtet wird, scheint mir die Natur dieser Gebilde und ihre Zugehörigkeit zu den Schläuchen sehr zweifelhaft*).

Ueber das weitere Schicksal der Keime ist bis jetzt durchaus nichts bekannt. Nur wird, wie angedeutet, von Hessling und Manz behauptet, dass sie sich innerhalb der Schläuche durch Theilung vermehrten. Diese Angabe gründet sich auf die Beobachtung von Körperchen, welche eine mittlere Einschnürung aufwiesen (Hessling) oder auf das Vorkommen von Keimen, die paarweise noch mit ihren Enden zusammenhingen und sich ihre concaven Seiten zukehrten (Manz, Fig. 26). Auch Andeutung von Theilung der vermeintlichen Kerne will Manz gesehen haben. Mir scheinen diese Beobachtungen jedoch keineswegs hinreichend, um eine Theilung wirklich ausser Zweifel zu stellen.

Versuche, welche hinsichtlich der Infection und Uebertragbarkeit der parasitischen Schläuche durch Verfütterung inficirten Fleisches von Leuckart

*) Es sei jedoch hier noch bemerkt, dass Dammann (121) bei dem Schaf einzelne Keime mit fadenartigen Anhängen beobachtet haben will. Auch möchte ich noch nachtragen, dass nach den Erfahrungen von Leisering und Dammann die reifen Schläuche in der Schlundmuskulatur des Schafes gewöhnlich zu ansehnlichen, bis Haselnussgrösse erreichenden Knoten zusammenzufliessen scheinen, in welchen sich neben Unmassen von Keimen nur zuweilen noch eine grössere oder kleinere Zahl erhaltener Schläuche finden.

und Manz angestellt wurden, haben ein fast durchaus negatives Resultat ergeben*). Manz sah sogar die Schläuche unter dem Einfluss des Magensaftes der Zerstörung anheimfallen. Auch Virchow spricht sich gegen ihre directe Uebertragbarkeit aus und hiermit harmonirt denn auch die Thatsache, dass sich das inficirte Fleisch für den Menschen ganz unschädlich erweist.

Manz versuchte die Keime auch unter anderen Bedingungen (so in feuchter Erde, Zuckerwasser etc.) einer weiteren Entwicklung entgegenzuführen, aber ohne jeden Erfolg. Wir sind demnach bis jetzt über die eigentliche Entwicklungsgeschichte unsrer parasitischen Gebilde und die Art der Infection gänzlich im Unklaren und es erscheint deshalb auch erklärlich, dass nicht nur frühere Beobachter zu sehr irrthümlichen Vorstellungen über die Natur und die Bedeutung der Schläuche gelangen konnten, sondern dass auch ihre verwandtschaftlichen Beziehungen bis jetzt noch durchaus dunkel blieben. Miescher schwankte hinsichtlich ihrer Auffassung als parasitische oder durch pathologische Umbildung des Muskelgewebes entstandne Gebilde, während sich Hessling auf Grund seiner Beobachtung über die allmähliche Entwicklung der Schläuche der letzteren Ansicht zuneigte**). Siebold (bei Hessling, 107) sprach sich gleichzeitig für ihre parasitische Natur aus und glaubt sie speciell den schimmelartigen Endophyten zurechnen zu sollen. Ganz eigenthümlich waren die irrthümlichen Vorstellungen, welche sich Rainey von der Bedeutung unsrer Organismen bildete. Da er ihnen bei seinen Untersuchungen über die Entwicklung der Cysticerken im Schweinefleisch häufig begegnete, glaubte er, wie dies in ähnlichen Fällen ja schon häufig geschah, sie in den Entwicklungskreis der Finnen ziehen zu müssen. Nach ihm sollten die Schläuche die ersten Entwicklungsstufen der Cysticerken darstellen, welche später aus den Muskelzellen hervorbrächen und sich zwischen denselben zu den Blasenwürmern weiterbildeten. Es ist hauptsächlich das Verdienst Leuckart's (113), diese falsche Auffassung widerlegt zu haben. Mit mehr oder weniger Bestimmtheit haben sich für die pflanzliche Natur der Sarcocystis noch ausgesprochen: Virchow (117), Pagenstecher (115), gelegentlich auch Leuckart***) und namentlich Kühn (116). Letztrer Beobachter findet eine grosse Uebereinstimmung zwischen ihnen und den Chytrideen, hauptsächlich der Gattung Synchytrium (de Bary), und will sie daher als Synchytrium Miescherianum direct den Chytrideen zurechnen. Auch Zürn (74) hat sich für ihre Chytrideenähnlichkeit ausgesprochen.

*) Ein angeblich gelungner Versuch der Uebertragung auf das Schwein, welchen Leuckart (113) früher aufführte, kann, wie er auch jetzt (92) hervorhebt, wohl auf andrem Wege, schon durch die ungemeine Häufigkeit der Schläuche beim Schwein, erklärt werden.

**) Der eigenthümlichen Ansicht Roloff's, welcher die Schläuche als Ansammlungen ausgewanderter weisser Blutkörperchen betrachtet, die sich mit einer Hülle umkleidet hätten, soll hier nur kurz gedacht werden.

***) Jahresber. über niedere Thiere f. d. J. 1863, Arch. f. Naturgesch. 1865. Bd. II.

Von den Vertheidigern ihrer thierischen Natur erwähnen wir hier zunächst Rivolta (72), der sie früher, wie die Coccidien, von eingewanderten ciliaten Infusorien ableitete, deren Keimkörner die geschilderten Keime seien. Endlich haben wir die für uns wichtigste Auffassung derselben als den Gregariniden verwandte Organismen kurz zu betrachten. Diese Ansicht wurde wohl zuerst von Leuckart 1852 (21) ausgesprochen und seither vielfach adoptirt; von den speciellen Beobachtern der Schläuche hat sich ihr namentlich Ripping (114) angeschlossen.

Es ist nicht zu leugnen, dass die Keime der Sarcocystis eine gewisse Aehnlichkeit mit den sichel- oder stäbchenförmigen Keimen der Gregarinida besitzen, jedoch dürfte dies allein nicht ausreichen, eine nähere Beziehung fest zu begründen und müssen wir daher einstweilen die Frage nach dem systematischen Anschluss der besprochnen Organismen als eine noch offne bezeichnen, welche nur auf Grund einer genaueren Bekanntschaft mit ihren Entwicklungserscheinungen gelöst werden dürfte.

Durch die Besprechung der Sarcocystis an diesem Orte haben wir übrigens schon genügend angedeutet, dass wir eine nähere Verwandtschaft derselben mit den Sporozoën nicht für unwahrscheinlich erachten.

Zum Schluss nun noch einige Worte über die sogen. parasitischen Schläuche der Crustaceen. Es sind dies mikroskopische Gebilde, welche sich auf kleinen Süsswassercrustaceen (Gammarus, Asellus) und Insectenlarven (Phryganeen, Mücken), jedoch auch wohl anderen Objecten (so z. B. Epistylisstöckchen nach Lieberkühn) befestigt finden*). Zuerst hat sie Lieberkühn 1856 (108) genauer studirt**) und seine Angaben wurden dann von Schenk (110) und Cienkowsky (112) z. Th. bestätigt, z. Th. erweitert, so dass die Naturgeschichte dieser Organismen, welchen Cienkowsky den Namen Amoebidium parasiticum gab, jetzt ziemlich ermittelt scheint.

Die Amöbidien sind bis zu 0,05 Mm. lange, schlanke schlauchförmige Gebilde, welche meist mit einer etwas stielförmig abgesetzten, verschmälerten Basis, die sich jedoch an der Anheftungsstelle wieder etwas scheibenförmig verbreitert, befestigt sind (29a—c). Ihre Gestalt bietet ziemliche Variationen dar, von rein schlauchförmiger, cylindrischer, mit abgerundetem freien Ende bis zu mehr spindelförmiger, mit beiderseits zugespitzten Enden; auch treten keulenförmige Gestalten auf, indem das basale Ende sich verschmälert; das freie Ende dagegen ist zuweilen hakenförmig eingekrümmt. Die Schlauchmembran ist sehr dünn und zart und zeigt nach Schenk nicht die Reactionen der Cellulose. Der Inhalt besteht aus einem

*) Namentlich die Kiemen von Gammarus, Asellus und der Phryganidenlarven, andrerseits aber auch die Schwimmborsten der Beine von Gammarus sind von ihnen besetzt. Es scheint daher, dass sie Orte regen Wasserwechsels vorzugsweise aufsuchen.

**) Ob die von Lachmann 1859 auf den Beinen von Gammarus gefundnen schlauchförmigen Gebilde, welche er nur sehr flüchtig beschrieb, hierherzurechnen sind, scheint mir sehr unsicher.

ziemlich lichten Protoplasma, das feine, dunkle Körnchen in mässiger Zahl einschliesst und wenigstens in den erwachsenen Schläuchen zahlreiche, in ziemlich regelmässigen Abständen aufeinanderfolgende, kleine Zellkerne enthält (29a). Die Zahl dieser Kerne vermehrt sich mit dem allmählichen Wachsthum des Schlauches, wie schon daraus hervorgeht, dass die jugendlichsten Amöbidien, deren Entwicklung gleich zu schildern sein wird, gewöhnlich nur einen einzigen Kern enthalten. Grosse, erwachsene Schläuche zeigen nach Cienkowsky meist auch eine reichliche Vacuolisirung, so dass ihr Plasma eine schaumige Beschaffenheit annimmt. Auf sehr verschiednen Stufen des Wachsthums, wie es scheint, tritt ein Fortpflanzungsprocess in der Weise ein, dass der plasmatische Inhalt in eine je nach der Grösse des Schlauches sehr verschiedne Zahl spindelbis schlauchförmiger Körper zerfällt (29b), welche aus den Mutterschläuchen hervortreten und nun entweder direct wieder zu neuen Amöbidien auswachsen oder eine Zertheilung ihres Plasmainhalts zu kleinen Amöben erfahren, wie sie auch die Mutterschläuche zu andern Zeiten zeigen. Da häufig nur ein Theil dieser jugendlichen Schläuche aus dem Amöbidium völlig heraustritt, ein Theil derselben dagegen mit ihrem einen Ende in dem zusammengeschrumpften Mutterschlauch sitzend zu reifen Amöbidien auswächst, so trifft man auch zuweilen auf federbuschartige Gebilde, welche eben dadurch entstanden sind, dass aus einem entleerten Mutterschlauch eine ganze Anzahl Schläuche hervorwachsen.

Der angedeutete Zerfall des Plasmainhalts der spindelförmigen Jugendformen zu kleinen Amöben findet entweder erst nach dem Austritt aus dem Mutterschlauch statt oder aber auch zuweilen schon vor der Entleerung. Der Inhalt der Spindeln theilt sich, nachdem die Zahl der Kerne sich entsprechend vermehrt hat, in zwei oder vier Portionen, welche schliesslich in Form kleiner Amöben die Spindelhülle verlassen und im Falle diese noch von dem Mutterschlauch umschlossen sein sollte, auch diesen. Jedoch kann zuweilen auch der Inhalt einer Spindel ungetheilt in Amöbengestalt hervortreten.

Zu gewissen Zeiten zeigen nun, wie erwähnt, auch die Mutterschläuche direct einen Zerfall ihres Plasmas in zahlreiche ähnliche kleine Amöben (Zoosporen, Cienkowsky) (29c). Ihrer Bildung geht nach Cienkowsky eine Kernvermehrung voraus, worauf der Inhalt des Amöbidiums entweder durch simultane Quertheilungen oder Theilungen nach allen Richtungen des Raumes, in zahlreiche kleine Stücke zerfällt, von welchen jedes einen Kern und einen Antheil der dunklen Körnchenpartien des Mutterplasmas umschliesst. Schon innerhalb des Mutterschlauches beginnen diese kleinen Theilstücke ihre amöboiden Bewegungen und treten schliesslich an beliebigen Stellen aus dessen Hülle hervor. Ihre Bewegungen verlaufen ziemlich einfach, mit Bildung eines oder weniger stumpfabgerundeter Fortsätze (29d). Eine contractile Vacuole fehlt ihnen, auch liessen sie sich nicht zur Nahrungsaufnahme bewegen. Schon nach wenigen Stunden gehen sie in Ruhezustände über, die nach Cienkowsky's Erfahrung zweier-

lei Art sein können. Entweder bilden sich rundliche bis ovale, von einer sehr zarten Hüllhaut umschlossne Cysten (29e), welche in wenigen Tagen einen Zerfall ihres Protoplasma-Inhalts in eine ziemliche Zahl spindelförmiger Körperchen aufweisen, welche ganz den früher beschriebnen, im Mutterschlauch direct entwickelten, jugendlichen Amöbidien gleichen (29f—g), oder die bewegliche Zoospore kugelt sich unter Ausscheidung einer dickeren Hülle ein und geht in einen längere Zeit ruhenden Zustand über (29h). Auch diese Ruhezustände jedoch machen nach einiger Zeit gewöhnlich denselben Entwicklungsprocess durch, wie die zuerst erwähnten, indem unter allmählicher Verdünnung und Ausdehnung der Hülle der Inhalt in zahlreiche jugendliche Amöbidien zerfällt (29i). Andrerseits kann aber auch der Inhalt zunächst umschlossen von einer zarten Hülle, aus der dicken Cystenmembran austreten und der Zerfall in jugendliche Amöbidien erst nachträglich stattfinden. In der kurz geschilderten Entwicklungsgeschichte unsrer Schläuche bleibt bis jetzt namentlich noch ein Punkt ziemlich unklar, nämlich die Art und Weise, wie sich die jugendlichen, aus den sogen. Zoosporen (Amöben) hervorgehenden Amöbidien (29k—l) wieder auf den Wohnthieren ansiedeln. Es ist zwar wahrscheinlich, dass dies einfach durch Festheftung und weiteres Wachsthum geschieht, was deshalb noch natürlicher erscheinen dürfte, weil die amöboid beweglichen sogen. Zoosporen sich unter natürlichen Bedingungen wohl kaum von ihren Wohnthieren entfernen — oder doch vor dem Uebergang in den Ruhezustand ein neues Wohnthier aufsuchen werden.

Was schliesslich die allgemeine Bedeutung und Auffassung der Amöbidien betrifft, so betonte Lieberkühn, ihr Entdecker, ihre Beziehungen zu den sogen. Psorospermien, indem er die im Mutterschlauch gebildeten Spindeln direct den Psorospermien (d. h. den Sporen der Coccidien) verglich, womit denn nach seiner Auffassung auch das Hervorgehen von kleinen Amöben aus diesen Psorospermien aufs Beste harmonirte. Gegen diese Auffassung der Schläuche sprach sich namentlich Cienkowsky aus, während Schenk über ihre Natur, speciell ob thierisch oder pflanzlich, kein bestimmtes Urtheil zu fällen wagte. Cienkowsky dagegen betont ihre pflanzliche Natur mit grosser Entschiedenheit und spricht sich für ihre Zurechnung „zur Klasse der niederen Algen oder Pilze“ aus. Wenn wir jedoch auch mit dem russischen Forscher darin völlig harmoniren, dass bewegliche Zustände im Entwicklungskreis eines Organismus durchaus nicht seine thierische Natur zu erweisen vermögen, sondern auch recht häufig bei pflanzlichen Organismen anzutreffen sind, so ist doch durch dieses Zugeständniss noch nichts Bestimmtes über die specielle Stellung der Amöbidien bei dem einen oder dem andern der beiden grossen Reiche ermittelt und weitere Gründe vermissen wir bei Cienkowsky völlig. Durch seinen unbestimmten Ausspruch, dass die Amöbidien der Klasse (!) der niederen Algen oder Pilze zugerechnet werden müssen, scheint er uns zu verrathen, dass er nicht in der Lage ist, die Amöbidien nach Bau und Entwicklung direct einer der bekannten pflanzlichen Formen näher

anzuschliessen und daher erscheint uns denn auch der sehr bestimmt gehaltene Ausspruch über die verwandtschaftlichen Beziehungen unsrer Formen durchaus nicht so sehr überzeugend.

Unsrer Auffassung nach lässt sich, soweit die jetzigen Erfahrungen reichen, eine gewisse Aehnlichkeit der Entwicklungserscheinungen der Amöbidien mit den Gregariniden nicht wohl leugnen. In dieser Hinsicht sind namentlich die sich entwickelnden encystirten Zoosporen von Interesse. Dieselben gleichen mit den in ihnen sich entwickelnden jugendlichen Spindeln recht auffallend den Sporen der Gregariniden, in welchen sichel- oder stäbchenförmige Keime zur Ausbildung gelangten. Auch ist die Aehnlichkeit der jungen Amöbidienspindeln mit den sichelförmigen Keimen der Gregariniden nicht gering, abgesehen von dem Mangel der Bewegungserscheinungen bei ersteren, welche jedoch bis jetzt auch nur bei einem Theil der sichelförmigen Keime constatirt werden konnten. Wenn daher diese Vergleichung einigen Anspruch auf Richtigkeit besitzt, so hätten wir die encystirten Ruhezustände der Amöbidienzoosporen den Sporen der Gregariniden zu vergleichen und die wesentlichste Abweichung der beiderlei Organismen läge darin, dass die Sporoblasten der Gregariniden sich schon innerhalb der Muttercyste encystiren und weiterentwickeln, während die Amöbidiensporen zunächst im nackten, amöbenförmigen Zustand auswandern und sich hierauf einzeln encystiren und weiter entwickeln. Es darf jedoch andrerseits nicht verkannt werden, dass die Amöbidien in Bau und Entwicklung auch nicht unwichtige Differenzen von den Gregariniden aufweisen, ganz abgesehen von ihrer ectoparasitischen Lebensweise, die eine Ernährung auf Kosten des Wohnthieres (welche übrigens Cienkowsky anzunehmen scheint) sehr unwahrscheinlich macht. Namentlich ist die Vermehrung der Amöbidien durch einfache Theilung des Schlauchinhalts eine Erscheinung, welche bis jetzt bei den Gregariniden kein Analogon besitzt. Wir sehen uns daher für jetzt noch ausser Stand, eine sichere Entscheidung über die wahre Stellung der Amöbidien in der Organismenwelt zu fällen.

Anhang zu den Sarcosporidia.

Von einigen Forschern, namentlich Leydig und Balbiani, werden zu den Sporozoën noch gewisse parasitische Organismen gezogen, welche hauptsächlich bei den Arthropoden eine zuweilen sehr verheerende Entwicklung erlangen*).

*) Die Zahl der Schriften, welche sich indirect mit unseren Organismen, d. h. der ohne Zweifel von ihnen erzeugten Krankheit der Seidenraupe, beschäftigt, ist eine sehr grosse. Verhältnissmässig nur wenige behandeln jedoch die uns hier interessirenden Organismen selber. Die wichtigsten derselben durften folgende sein, in welchen man den Hinweis auf weitere finden wird:

Lebert, H., Ueber die gegenwärtig herrschende Krankheit des Insects der Seide, in: Jahresbericht über die Wirksamk. des Vereins zur Beförderung des Seidenbaues f. die Provinz Brandenburg i. J. 1856—57 p. 16 ff.; zum grössten Theil abgedruckt in: Berliner entomologische Zeitschrift 2. Jahrg. 1858. p. 148—186. 6 Taf. (darin auch die An-

Am bekanntesten sind dieselben von dem Seidenspinner (Bombyx Mori) und erzeugen hier die unter dem Namen Gattine (Italien) oder Péprine (Frankreich) bekannte Krankheit, welche die Seidenkultur in erschreckendem Maasse heimgesucht hat. Balbiani stellt diese Organismen unter dem Namen „Psorospermien der Articulaten" oder „Peprinekörperchen" zu den Sporozoën. Die bis jetzt vorliegenden Ermittlungen über ihre Natur, scheinen mir aber keineswegs ausreichend zur Begründung ihrer Verwandtschaft mit den Sporozoën, vielmehr halte ich es mit einer Reihe anderer Beobachter für wahrscheinlicher, dass sie pflanzlicher Natur sind. Schon Nägeli erklärte sie seiner Zeit für Schizomyceten und nannte sie Nosema Bombycis; später stellte Lebert, welchem dieser Name nicht bezeichnend genug schien, den neuen „Panhystophyton ovatum" auf. Nach den allgemeinen Regeln der Namengebung wäre natürlich der Nägeli'sche Name festzuhalten. Es hat übrigens nicht an Beobachtern gefehlt, welche den Peprinekörperchen die Organismennatur absprachen und sie für pathologische Erzeugnisse des kranken Thierkörpers erklärten.

Wir wollen uns daher hier nur ganz kurz über ihre Natur orientiren. Die Pebrinekörperchen sind sehr kleine*), gewöhnlich etwas ovale bis spindelförmige Gebilde, von meist ganz homogenem Aussehen und ziemlich starker Lichtbrechung Der Nachweis einer besonderen Hülle ist den Beobachtern bis jetzt nicht hinreichend sicher gelungen, wiewohl einige, so Leydig, bei den Körperchen der Seidenraupe eine Hülle gesehen haben wollen. Bei diesen sieht man gewöhnlich eine zarte Längslinie zwischen den beiden Polen hinziehen, eine Eigenthümlichkeit, welche Balbiani ohne Zweifel von der Anwesenheit einer zweiklappigen Hülle, ähnlich der der Sporen der Myxosporidien, herzuleiten sucht. Gegen schwache Säuren oder kaustische Alkalien erweisen sich die Körperchen recht widerstandsfähig; von concentrirten Säuren werden sie dagegen zerstört. Ueber ihr Vorkommen können wir kurz Folgendes berichten. Sie scheinen unter Umständen im gesammten Körper der befallnen Thiere aufzutreten und ebenso auf jeder Altersstufe, so bei der Seidenraupe schon im Ei. — Man findet sie entweder frei in der Leibeshöhlenflüssigkeit, im Darminhalt wie auch den Lumina andrer Organe (Geschlechtsorgane, Drüsen etc.) oder aber in den Geweben und zwar scheinen sie hier stets (oder doch vorwiegend) im Innern der Zellen ihren Sitz zu haben. So begegnet man ihnen in den Epithelzellen des Darms, wie der Drüsen (Malpighi'sche Gefässe, Spinndrüsen etc.), in den Muskelzellen, Fettkörperzellen, im Bauchmark, den Nerven etc. Ebenso ist ihre Verbreitung unter den Arthropoden eine sehr weite. Am häufigsten studirt wurden sie, wie bemerkt, bei Bombyx, finden sich jedoch auch bei anderen Schmetterlingen, resp. deren Raupen (so Gastropacha nach Balbiani, Zygaena nach Leydig und es scheint, dass die Peprinekrankheit auch sonst unter den Raupen verbreitet ist). Bei einem Käfer (Emus) beobachtete sie Lebert. Bei Tipula, Apis und Coccus fand sie Leydig. Derselbe Forscher konnte sie weiterhin bei Araneinen und Daphniden häufig nachweisen, welche Erfahrung Balbiani bestätigte. Leydig rechnet weiter die von Munk in den Geschlechtsorganen von Ascaris mystax beobachteten Körperchen hierher.

---

sichten Nägeli's); siehe auch Früheres von Frey und Lebert in: Vierteljahrsschrift der naturforsch. Gesellsch. in Zürich. IV. Heft. 1856.

Leydig, Fr., Der Parasit in der neuen Krankheit der Seidenraupe noch einmal. Müller's Arch. f. Anatomie u. Phys. 1863. p. 186—192.

Balbiani, Recherches sur les corpuscules de la pébrine. Journ. anat. et physiol. T. III. Paris 1866. p. 599—607; Études sur la maladie psorospermique des vers à soie. Ibid. T. IV. 1867. p. 263—276. T. XII. und Note aditionelle au Mém. s. la maladie psorospermique, ibid. p. 329—336.

Pasteur, in: Compt. rend. Acad. sc. Paris. T. 64. p. 835, 1109 u. 1113. 1867.

Die grossen Arbeiten von A de Quatrefages, Études sur les maladies actuelles du ver à soie, Mém. Acad. sciences instit. impér. d. France. T. XXX. 1860. p. 1—382. 6 Taf. und Nouvelles recherches s. les maladies act. etc. ibid. p. 521—640 enthalten sehr wenig über unsre Organismen.

*) Die Länge der Körperchen der Seidenraupe beträgt gewöhnlich 0,001 Mm., andere, so z. B. die von Coccus, werden etwas grösser (bis 0,008, Leydig).

Von besonderer Wichtigkeit für die Beurtheilung der Natur der Peprinekörperchen muss natürlich ihre Fortpflanzungs- und Entwicklungsgeschichte erscheinen. Ueber diese haben sich nun die verschiednen Beobachter nicht zu einigen vermocht. Während die einen, wie Lebert und Frey, Nägeli und Pasteur, ihre Vermehrung durch Quertheilung ähnlich den Schizomyceten beobachtet haben wollen, erklären dagegen die anderen theils, dass sie eine Theilung nicht beobachten konnten, so Chavannes, Genzke, Balbiani, theils dass sich eine ganz besondere Vermehrungsart finde. Letztere Ansicht hat Balbiani aus seinen Beobachtungen abgeleitet; nach ihm sollen die Körperchen einen Vermehrungsprocess darbieten, welcher sich dem der Myxosporidien am nächsten anschliesse. Der Verlauf dieses Fortpflanzungsactes sei folgender.

Das Körperchen verliert sein starkes Lichtbrechungsvermögen, wächst und in seinem Innern tritt ein vacuolenartiges Gebilde auf. Das Wachsthum dauert fort, so dass das Körperchen schliesslich zu einem aus homogener durchsichtiger Substanz bestehenden Kügelchen oder länglichen Klümpchen wird, in dessen Inneren zunächst feine Granulationen, hierauf blasse runde, kernähnliche Körperchen in grosser Zahl auftreten, welche sich schliesslich zu zu gewöhnlichen Pebrinekörperchen umgestalten. In dieser Weise sollen also bei diesem Fortpflanzungsprocess aus einem Körperchen eine sehr grosse Zahl neuer hervorgehen.

In den noch nicht ausgereiften Körperchen findet man gewöhnlich einen oder zwei vacuolenartige, helle Flecken, über deren Kernnatur Balbiani zweifelhaft ist. Andre Forscher, wie z. B. Pasteur, hielten sie für sichere Zellkerne. Auf diesem Stadium ihrer Entwicklung bieten die Körperchen, wie ich glaube, eine gewisse Aehnlichkeit mit den Keimen der Sarcocystis dar, überhaupt scheinen mir viel eher Beziehungen zu den Sarcosporidien wie zu den Myxosporidien möglich, wenn man an der Verwandtschaft der Pebrinekörperchen mit den Sporozoa festhalten möchte.

Wie gesagt, scheinen mir jedoch die vorliegenden Beobachtungen keineswegs ausreichend zur Begründung einer solchen Verwandtschaft; ich halte es für wohl möglich, dass die Nägeli'sche Ansicht, welche die Pebrinekörperchen zu den Schizomyceten verwies, das richtige getroffen hat.

Dr. H. G. BRONN'S

Klassen und Ordnungen

des

THIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

ERSTER BAND. PROTOZOA.

Von

Dr. O. Bütschli,
Professor der Zoologie in Heidelberg.

Mit einem Beitrag:

Palaeontologische Entwicklung der Rhizopoda von **C. Schwager.**

II. Abtheilung:

Mastigophora.

Mit Tafel XXXIX—LV und mehreren Holzschnitten.

Leipzig und **Heidelberg.**
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1883—87.

(1883 p. 617—784; 1884 p. 785—864; 1885 p. 865—1088; 1887 p. 1089—1097 [schon 1885 fertiggestellt]).

Inhalt.

Pag.

C. Klasse **Mastigophora** 617
I. Ordnung **Flagellata** 620
1. Historische Entwicklung unserer Kenntnisse 620
2. Literatur 650
3. Allgemeine Morphologie und Untergruppen 658
4. Gestaltungsverhältnisse und Morphologie der Geisseln . . . 659
5. Feinerer Bau des Weichkörpers 671
A. Protoplasma 671
B. Geisseln 672
C. Undulirende Membranen 674
D. Cuticula und Schalen 676
1. Cuticula 677
2. Stiele und Gehäuse 681
E. Einrichtungen zur Nahrungsaufnahme und Defäcation . . 694
a. Ohne wirklichen Mund und Schlund 694
b. Mund- und Schlundbildungen 699
c. Defäcation. Vermeintlicher Darm 705
F. Inhaltskörper mit Ausnahme der Nuclei 707
a. Nahrungsvacuole und nichtcontractile Vacuolen 707
b. Contractile Vacuolen 708
c. Chromatophoren 716
d. Pyrenoide und Amylum 722
Paramylum 727
e. Rothes Pigment 730
f. Stigmata 734
g. Trichocysten 737
h. Verschiedenartige Einschlüsse 739
1. Fett 739
2. Excretkörnchen 739
G. Nuclei 740
6. Fortpflanzung 744
a. Theilung im beweglichen Zustand 745
1. Einfache Zweitheilung und feinere Vorgänge überhaupt . . 745
2. Fortgesetzte Zweitheilung mit Zerstreuung der Sprösslinge . . 754
b. Vermehrung im Ruhezustand 757
c. Familien- und Koloniebildung 766
d. Copulationserscheinungen 778
e. Dauerzustände ohne Mitwirkung der Copulation 794
7. System der Flagellata 799
A. Historisches 799
B. Verwandtschaftliche Beziehungen der Flagellata . . . 803
C. Darstellung des Systems bis zu den Gattungen 810

Pag.

8. Physiologisch-Biologisches 846
A. Bewegungserscheinungen 846
1. Contractionen (Metabolie) 846
2. Durch Geisseln 849
3. Protoplasmaströmungen 858
B. Verhalten gegen Wärme, Licht etc. 859
1. Gegen Wärme 859
2. Gegen Licht (Phototaxie) 861
3. Einfluss der Schwere 864
4. Einfluss chemischer Reize auf die Bewegungsrichtung (Chemotaxie) 865
C. Wohnorts- und Ernährungsverhältnisse 865
D. Absonderung riechender Stoffe 870
E. Geographische Verbreitung 871
F. Parasiten der Flagellaten 872

II. Ordnung **Choanoflagellata** 877
1. Historische Entwicklung unserer Kenntnisse 877
2. Allgemeine Schilderung 880
Gestaltsverhältnisse 880
Kragen und Geissel 881
Function derselben 885
Plasma 887
Contractile Vacuolen 888
Stiele und Gehäuse 889
Fortpflanzung und Encystirung 895
Theilung 895
Copulation und Encystirung 899
3. System 901

III. Ordnung **Dinoflagellata** 906
1. Historische Entwicklung unserer Kenntnisse 906
2. Literatur 915
3. Allgemeine Morphologie und Untergruppen 917
4. Gestaltsverhältnisse, Anordnung der Geisseln und Morphologie der Schale 919
5. Chemische Natur und feinere Structur der Schale 946
6. Specielle Morphologie und Physiologie der Geisseln und die Bewegung 956
7. Bau des übrigen Weichkörpers 963
A. Plasma 963
B. Inhaltskörper 965
a. Chromatophoren 965
b. Amylum 968
c. Fett, rothes Pigment und Stigmata 968
d. Nesselkapseln 970
e. Vacuolen 971
f. Nuclei 974
8 Fortpflanzung 978
A. Theilung im beweglichen Zustand 981
B. Theilung im Ruhezustand und Encystirung überhaupt . 984
C. Unvollständige Theilung 992
9. Copulation und Conjugation 993
10. Kettenbildung 995
11. System 997

Pag.
A. Historisches 997
B. Verwandtschaftliche Beziehungen 999
C. Darstellung des Systems bis zu den Gattungen 1001
D. Bemerkungen über Phylogenese in der Abtheilung . . 1012
12. Physiologisch-Biologisches 1016
A. Ernährungsverhältnisse 1016
B. Häutungserscheinungen 1018
C. Verhalten zu Licht und Lichtproduction 1021
D. Wohnortsverhältnisse 1022
E. Parasiten der Dinoflagellaten 1025
13. Vorkommen im fossilen Zustand 1028
IV. Ordnung **Cystoflagellata** 1030
1. Historische Entwicklung unserer Kenntnisse 1030
2. Literatur 1038
3. Allgemeine Schilderung des Baues 1040
A. Grösse und Gestalt 1040
B. Einzelne Bestandtheile 1043
1. Membran 1043
2. Anordnung und Structur des Plasmas 1045
3. Plasmafärbung 1051
4. Einschlüsse 1052
5. Nucleus 1053
6. Peristom und seine Organe 1055
4. Fortpflanzung 1063
A. Theilung 1063
B. Knospung und Copulation 1067
5. Systematisches und Verwandtschaftsbeziehungen 1079
6. Biologisch-Physiologisches 1084
A. Vorkommen und Lebensverhältnisse 1084
B. Ernährungsverhältnisse 1085
C. Contraction und Schwimmen 1085
D. Lebenszähigkeit, Einfluss verschiedener Agentien . . 1087
E. Leuchten 1088
F. Regeneration und künstliche Theilung 1095
G. Parasiten der Cystoflagellaten 1097

C. Abtheilung (Klasse, Subphylum)

Mastigophora.

Die hochinteressante Klasse, welche wir hier unter dem Diesing'schen Namen Mastigophoren aufführen, begreift diejenigen Protozoënformen, welche während der beweglichen Periode ihres Lebens mit einer oder mehreren sogen. Geisseln (Flagella) ausgerüstet sind, die ebensowohl zur Bewegung (wenn auch nicht selten noch durch anderweitige Bewegungsvorgänge unterstüzt), wie zur Nahrungsaufnahme beitragen, wenn nämlich eine Aufnahme fester Nahrungskörper in thierischer Weise überhaupt stattfindet. Um jedoch unsere Abtheilung einigermaassen von ähnlichen einzelligen Formen, wie sie uns schon bei der Fortpflanzung der Sarkodinen als Schwärmsprösslinge begegneten, wie andrerseits von den in der Fortpflanzungsgeschichte zahlreicher niederer pflanzlicher Organismen auftretenden sogen. Schwärm- oder Zoosporen zu unterscheiden, müssen wir der oben gegebenen Charakteristik noch Folgendes zufügen.

Der durch Geisseln ausgezeichnete bewegliche Zustand bildet die Hauptepoche im Leben der hierherzurechnenden Organismen. Die Hauptepoche, welche sich nicht allein durch eine relativ ansehnliche Dauer als solche kennzeichnet, sondern auch namentlich noch dadurch, dass während ihres Verlaufes (wenn auch nicht immer ausschliesslich) die Haupternährungs- und Wachsthumsthätigkeit des Organismus stattfindet.

Trotz der eben gegebenen Verschärfung der Charakteristik, wird es nicht immer möglich sein, eine scharfe Grenze zwischen unsrer Abtheilung und gewissen einfacheren Sarkodinen einerseits, sowie gewissen einfacheren pflanzlichen Organismen, speciell der Ordnung der Protococcoidea der Algen, sowie den Myxomyceten und den Chytridieen zu ziehen.

Diese Erscheinung kann uns jedoch wohl vor der Errichtung unsrer Klasse nicht zurückschrecken, denn ihr Grund liegt sicherlich darin, dass alle erwähnten Abtheilungen einem gemeinsamen Ursprung entsprossen sind, einem Ursprung, den wir uns wohl am ehesten von Formen gebildet denken müssen, welche eine gewisse Mittelstufe zwischen den ein-

fachsten Sarkodinen und den einfachsten Mastigophoren einnahmen. Wir werden später noch genauer zu erörtern haben, dass auch jetzt noch eine Anzahl Formen existiren, deren Bau den Anforderungen solcher Ausgangstypen im Wesentlichen genügt.

Die Ernährungsweise unserer Mastigophoren ist wesentlich mannigfaltiger, als wir dies in früheren Gruppen trafen. Während ein Theil sich in entschiedenst thierischer Weise durch Aufnahme geformter organischer Körper ernährt, bezieht ein weiterer Theil seine Nahrung sicher in pflanzlicher Weise, indem gleichzeitig mit dem Mangel der Aufnahme fester Nahrung alle Bedingungen erfüllt scheinen, um eine Assimilation in pflanzlicher Weise zu garantiren.

Auf diese Erscheinung, sowie auf die schon betonten, auch in morphologischer und entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht nahen Beziehungen letzterwähnter Mastigophorenformen zu einzelligen Algen gestützt, hat die Botanik schon seit längerer Zeit eine nicht unbeträchtliche Anzahl derselben zu den Algen gezogen und von ihrem Standpunkt aus gewiss mit völliger Berechtigung. Indem wir diese Beziehungen zahlreicher Mastigophoren zu den Pflanzen vollständig anerkennen, halten wir es dennoch für angezeigt, dieselben nicht von unserer Betrachtung der Protozoën, der thierischen einzelligen Organismen, auszuschliessen, denn es sind Formen, welche sowohl für den Botaniker wie den Zoologen ein hervorragendes Interesse besitzen und die Abtheilung der Mastigophoren ist jedenfalls diejenige, in welcher sich die thierischen und pflanzlichen Organismen am innigsten berühren, und von welcher höchst wahrscheinlich die höher entwickelten Formen beider Reiche uranfänglich ihren Ausgang genommen haben.

Die Fortpflanzungserscheinungen der Mastigophoren sind von der allergrössten Bedeutung. — Neben Vermehrung durch einfache Theilung während der beweglichen Epoche des Lebens, begegnen wir, äusserst verbreitet, der Theilung im ruhenden Zustand unter dem Schutze einer Cystenhülle und zwar einer Theilung, die bald nur zur Erzeugung weniger, bald sehr zahlreicher Sprösslinge führt, ja nach gewissen Angaben zur Bildung einer Unzahl kleinster Keime Veranlassung geben soll. Von hervorragender Wichtigkeit ist, dass dem letzterwähnten Fortpflanzungsact durch Encystirung häufig, jedoch keineswegs immer, ein Copulationsprocess vorangeht, eine Erscheinung, welche in unserer Gruppe wahrscheinlich eine ebenso bedeutungsvolle Rolle spielt, wie in der der Sporozoa. Diese Copulationserscheinungen der Mastigophoren erlangen jedoch eine erhöhte Wichtigkeit, da sie bei nicht wenigen Formen nachweislich zwischen gewissen, sich durch besondre Merkmale auszeichnenden Generationen stattfinden. Weiterhin aber noch dadurch, dass bei einigen eine morphologische Differenzirung der copulirenden Individuen eingetreten ist, wodurch dieselben sicher als männliche und weibliche, nach Analogie mit den Fortpflanzungskörpern der mehrzelligen Thiere und Pflanzen zu unterscheiden sind. Ein kleiner Schritt weiter führt uns schliesslich bei koloniebildenden Formen zu einer Fortpflanzung, welche in jeder Hinsicht der geschlechtlichen Fortpflanzung der höheren Thiere und Pflanzen entspricht, indem diese Kolonien nicht nur eine Differenzirung der Copulationsindividuen, in männliche und weibliche aufweisen, sondern auch die gewöhnlichen Zellenindividuen der Kolonien eine Differenzirung dahin erfahren haben,

dass nur gewisse derselben die Copulationsindividuen zu erzeugen fähig sind. Eine strenge Kritik kann derartigen Organismen (Volvox) eigentlich nicht mehr die Natur kolonialer Verbände zugestehen, sondern muss sie als einheitliche, einfachste mehrzellige Organismen betrachten.

Die Mastigophoren lassen sich ziemlich natürlich in 4 Unterabtheilungen oder Ordnungen sondern, nämlich:

I. Ordn. **Flagellata.**

Umfasst diejenigen Formen, welche während ihres thätigen Lebens ausschliesslich mit Geisseln ausgerüstet sind und neben diesen weder Cilien noch einen sogen. Kragen besitzen*). Diese Gruppe ist die grösste und mannigfaltigste.

II. Ordn. **Choanoflagellata.**

Besitzen neben einer einfachen Geissel noch einen deren Basis trichterförmig umscheidenden protoplasmatischen Kragen, ähnlich den sogen. Entodermzellen der Spongien.

III. Ordn. **Cystoflagellata.**

Sind charakterisirt einerseits durch die eigenthümliche Beschaffenheit ihres Plasmaleibes, der abweichend von dem der 3 übrigen Abtheilungen die netzförmige Structur des Pflanzenzellenplasmas etwa darbietet. Andrerseits durch besondre Gestaltsverhältnisse und wahrscheinlich auch Fortpflanzungserscheinungen.

IV. Ordn. **Cilioflagellata.**

Umfassen diejenigen Geisselträger, welche neben einer Geissel noch Cilien aufweisen.

Die Cilioflagellaten bilden, wie wir später sehen werden, eine sehr einheitliche und wohlumschriebene Gruppe; auch wenn sich die neuestens von Klebs (214) gemachte Angabe bestätigen sollte, dass die von sämmtlichen früheren Forschern geschenen Cilien eigentlich auf eine besonders gelagerte Geissel zurückzuführen seien. Doch sind gelegentlich noch einige mit Cilien versehene Geisselträger beschrieben worden, die sich den eigentlichen Cilioflagellaten nur unter Beraubung ihres einheitlichen Charakters zuordnen liessen, wir werden es daher vorziehen, diese unsicheren Formen einstweilen bei den Flagellaten aufzuführen.

---

*) Wir werden später sehen, dass sich in seltnen Fällen, welche wir von den eigentlichen Flagellaten zu sondern nicht berechtigt sind, wahrscheinlich noch Cilien finden können.

I. Unterabtheilung (Ordnung) **Flagellata.**

1. Uebersicht der historischen Entwicklung unserer Kenntnisse der Flagellata.

Die erste mit grosser Wahrscheinlichkeit auf ein hierhergehöriges Wesen zu beziehende Mittheilung stammt aus dem Jahre 1696, und rührt von dem englischen Beobachter Harris her (1). Derselbe fand an der Oberfläche einer Wasserpfütze zahlreiche grüne Thierchen, deren Bewegungen er beschrieb. Hieraus und aus den übrigen Angaben lässt sich mit ziemlicher Sicherheit entnehmen, dass er eine Euglena beobachtete. Im Hinblick auf das Alter dieser Beobachtung erscheint es nicht ohne Interesse, dass schon Harris die grünen Körner seiner Animalcula als Eier betrachtete, eine Anschauung, welche bekanntlich später Ehrenberg zu der seinigen machte und lange Zeit vertheidigte. Wahrscheinlich beobachtete jedoch Harris gleichzeitig auch einen Chlamydomonas oder Haematococcus, obgleich dies aus seiner Mittheilung weniger sicher hervorgeht.

Wenn wir hier des berühmten Altmeisters der Mikroskopie, des Holländers Leeuwenhoek, nicht an erster Stelle gedachten, so mag dies weniger als Beweis dafür erachtet werden, dass er erst nach Harris Repräsentanten unsrer Gruppe sah, sondern dem Umstand zuzuschreiben sein, dass er erst später gewisse Formen so eingehend charakterisirte, dass sie jetzt noch deutbar sind.

Leeuwenhoek erwähnte, soviel mir bekannt wurde, in seinen zahlreichen Schriften drei sicher deutbare Flagellaten. Im Jahre 1698 (2) beobachtete er zuerst Volvox, welchen er schon trefflich studirte, seine Fortpflanzung ermittelte, ja schon die Keime der Volvoxkugeln dritter Generation in der noch in ihren Mutterthieren eingeschlossnen zweiten Generation erkannte. Auch die Zellen der Volvoxkugel unterschied er als grüne Wärzchen schon deutlich und berechnete ihre Zahl auf etwa 2000. In Berücksichtigung der Fortpflanzungsweise entschied er sich für die pflanzliche Natur des Organismus. Im Jahre 1701 machte er weiter höchst bemerkenswerthe Untersuchungen über grüne bis rothe Thierchen, welche sich in der Dachrinne seines Hauses eingestellt hatten. Bei Be-

rücksichtigung der gesammten Beschreibung und gewisser gleich zu berührender Punkte aus der Lebensgeschichte dieser Wesen ergiebt sich mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit der Schluss, dass dieselben auf Haematococcus lacustris zu beziehen sind. Ja, es lassen sich gewisse Angaben der Mittheilung kaum anders als durch die Annahme deuten, dass Leeuwenhoek nicht nur die pseudopodienartigen Fortsätze, welche den Plasmakörper dieser Flagellate häufig strahlenförmig mit der weitabstehenden Schalenhülle verbinden, schon gesehen, sondern zuweilen auch eine Andeutung der beiden Geisseln beobachtet habe.

An diesen Organismen machte Leeuwenhoek nun die sehr bedeutsame Beobachtung, dass sie nach der Eintrocknung lange Zeit (bis 5 Monate) lebenskräftig bleiben und bei Uebergiessen mit gekochtem (!) Regenwasser von neuem auflebten.

Letztere wichtige Beobachtung, welche der Deutung der beobachteten Thierchen als Haematococcus einen hohen Grad von Sicherheit verleiht, gab ihm Anlass, sich energisch gegen die Lehre der generatio aequivoca der mikroskopischen Thierchen auszusprechen und ihre Verbreitung in einer Weise zu erklären, deren Richtigkeit die neuere Forschung nur zu bestätigen vermochte.

Die dritte Flagellate, welche wir schon durch Leeuwenhoek kennen lernten, ist eine sehr verbreitete Form der Infusionen, welche jetzt als Polytoma uvella Ehrb. bezeichnet wird. Auch dieser begegnete L. in dem Wasser seines Bleidaches. Die von ihm angegebne Grösse stimmt sehr gut mit der später genauer gemessenen überein. Wir dürfen aber diese Form namentlich deswegen mit grosser Sicherheit auf Polytoma beziehen, da Leeuwenhoek schon eine Darstellung ihrer Fortpflanzung gab. Er sah nämlich, dass die Wesen sich nach 30—36 Stunden an den Glaswänden festsetzten und bewegungslos wurden, worauf aus jedem Mutterthierchen 8 Junge hervorgingen. Diese Deutung wird noch unterstützt durch seine Angabe, dass die umherschwimmenden Thierchen 4 Kügelchen enthielten, was sich sonder Zweifel auf die Viertheilungszustände bezieht. Ehrenberg (32) bezog die letzterwähnte Beobachtung sicher irrthümlich auf Chlamydomonas und die über Haematococcus ebenso irrthümlich auf Euglena.

Auch unter den von Leeuwenhoek in den Därmen verschiedener Thiere beobachteten mikroskopischen Wesen, mögen sich schon parasitische Flagellaten befunden haben, da solche in den untersuchten Thieren später z. Th. häufig beobachtet wurden. Doch ist darunter keine Form, welche sich mit Sicherheit auf eine der jetzt schärfer erkannten zurückführen liesse.

Im Allgemeinen waren die Fortschritte der Flagellatenkunde von Leeuwenhoek bis zu den epochemachenden Untersuchungen O. F. Müller's über die Infusorienwelt sehr gering. Doch ragen aus der Zahl der wenig bedeutenden Arbeiten einige hervor, welche gewisse wichtige, wenn auch zur damaligen Zeit nicht in ihrer wahren Bedeutung gewürdigte, Ergebnisse darboten.

Namentlich der von Leeuwenhoek entdeckte und 1758 von Linné als Volvox globator bezeichnete Organismus erregte die Theilnahme zahlreicher Beobachter. Unter diesen dürfte jedoch allein H. Baker (3), der erste Wiederentdecker des Volvox, eine wichtige neue Erfahrung dem schon seit Leeuwenhoek Bekannten hinzugefügt haben, indem er 1752 die Geisseln sicher beobachtete und ihre Bedeutung als Bewegungsorgane ermittelte. Ihm schien daher auch die thierische Natur des Volvox nicht zweifelhaft. Erst durch Ehrenberg fand diese Baker'sche Entdeckung ihre Bestätigung.

Zahlreiche andere Beobachter unsres Organismus, so Rösel (1755), de Geer (1761), Göze (1773), O. F. Müller (1773 und später 1786), Schrank (1776 und später 1803), Spallanzani (1777), Eichhorn (1781) fanden kaum etwas Neues; es waren hauptsächlich die eigenthümlichen Fortpflanzungsverhältnisse, welche diese Beobachter anzogen und die gelegentlich für die seltsame Einschachtelungslehre Bonnet's und Haller's verwerthet wurden.

Noch mancherlei Flagellaten, hauptsächlich solche der Infusionen, waren jedoch theils von den obengenannten Beobachtern, theils von andern, so Joblot (1754), Ledermüller (1763), Wrisberg (1765) und Gleichen (1778) beobachtet worden; doch lässt sich im Allgemeinen aus deren Untersuchungen nicht mehr wie die Ueberzeugung gewinnen, dass sie hierhergehörige Wesen gesehen haben. Nur Wrisberg (5) hat vielleicht bei einem derselben etwas von den Geisseln gesehen und der hervorragende Forscher Spallanzani (9) studirte die schon von Leeuwenhoek ermittelte Fortpflanzung der Polytoma uvella genauer. Er verfolgte diese Form in der Zwei-, Vier- und Mehrtheilung und sah schliesslich die Theilproducte sich trennen. Auch gelang es ihm, einzelne Individuen zu isoliren und ihre Weiterentwicklung zu verfolgen, ein Unternehmen, das erst in neuester Zeit wieder bei so kleinen Wesen gewagt wurde. Es scheint möglich, dass er auch noch eine andre Flagellate in ihrer Fortpflanzung verfolgte, und dabei einen Sporulationsprocess mit Erzeugung sehr zahlreicher junger Brut ermittelte, doch lässt sich letztere Beobachtung nicht so sicher deuten wie die über Polytoma.

Wie bekannt, verdanken wir dem berühmten Dänen Otto Friedrich Müller den ersten umfassenden Versuch einer Gesammtdarstellung der mikroskopischen Thierwelt — die kühne Unternehmung, diese Welt, welche bei Linné sehr wenig Berücksichtigung gefunden hatte, im Geiste des Letzteren systematisch zu präcisiren.

In dem 1773 erschienenen 1. Band der Historia vermium werden nur wenige heutzutage noch sicher zu ermittelnde Flagellaten beschrieben, etwas grösser dagegen ist deren Zahl in dem 1786 erschienenen Hauptwerk „Animalcula infusoria". Schon 1773 beschrieb Müller eine zweite Form der Volvocineen, das Gonium pectorale, dem er 1782 (?) eine besondere Abhandlung widmete, worin schon die Fortpflanzung sehr gut dargestellt wurde. Auch Göze (7) und Schrank (8) trugen zur Kenntniss

dieser Form durch eigene Untersuchungen bei, der erstgenannte suchte namentlich schon die koloniale Natur im Gegensatz zu Müller, der es als einheitliches Thier betrachtete, zu vertheidigen.

In Müller's Hauptwerk von 1786 finde ich, abgesehen von den fast durchaus zweifelhaften zahlreichen Monaden, etwa 15 einigermaassen sicher deutbare Flagellaten, darunter die heutigen Genera Polytoma, Volvox, Pandorina und Eudorina (nicht unterschieden), Gonium, ?Synura, Euglena, Phacus, Chilo- oder Cryptomonas, Anthophysa, Petalomonas, Astasia (Stein) und ?Trepomonas. Ausserdem beschreibt er jedoch noch zahlreiche Formen, die wohl zu den Flagellaten gehören können, jedoch nicht wiedererkennbar sind. Seine Ermittlungen über die Organisation dieser Wesen sind im Ganzen gering. In keinem einzigen Falle lässt sich mit Sicherheit nachweisen, dass er die Geisseln gesehen habe und ebensowenig den Kern und die contractilen Vacuolen. Dagegen sah er das rothe Stigma gewisser Formen und bei Phacus schon den Paramylonkörper. Vermehrung durch Theilung will er hier und da beobachtet haben, doch lässt sich kein sicherer Fall derselben aus den Abbildungen constatiren.

Das System, in welchem diese Formen im Werk von 1786 untergebracht sind, dürfte selbst für die damalige Zeit zu schwach sein; doch lässt sich nicht wohl entscheiden, was hierbei Müller's Antheil und was der seines Herausgebers Fabricius ist, da das Hauptwerk bekanntlich erst nach Müller's Tode an die Oeffentlichkeit gelangte.

Zwischen Müller's Werk und den mit dem Jahre 1830 beginnenden ausgedehnten Forschungen Ehrenberg's erschienen kaum Untersuchungen von einigem Belang. Nur die gute Darstellung, welche Turpin im Jahre 1828 (15) von dem Bau des Gonium pectorale gab, möge hier noch Erwähnung finden*). Obgleich er zuerst eine Verbindung zwischen den 16 Kügelchen des Gonium auffand, bezeichnete er dasselbe doch schon treffend als eine zusammengesetzte Individualität, ganz im Sinne der heutigen Vorstellungen über Kolonien oder Synobien.

Indem wir jetzt zu einer kurzen Darstellung der Untersuchungen Ehrenberg's übergehen, müssen wir zunächst hervorheben, dass die allgemeinen Vorstellungen, welche dieser für die Protozoënwelt epochemachende Forscher über die Organisation der Flagellaten entwickelte, so innig mit seinen Ansichten über den Bau der ciliaten Infusorien zusammenhängen, dass es für ein tieferes Verständniss seines Standpunktes nöthig wäre, auch diese Abtheilung gleichzeitig in Betracht zu ziehen. Dennoch wollen wir es hier versuchen, seine Flagellatenkenntniss möglichst für sich zu schildern.

*) Der Vollständigkeit wegen erwähnen wir hier, dass Girod de Chantrans 1797 und 1802 (13) den Haematococcus lacustris unter dem Namen Volvox lacustris beschrieb und auch die schon Leeuwenhoek bekannte Wiederbelebung nach vierjährigem Ausgetrocknetsein constatirte. Girod scheint die pflanzlichen Beziehungen dieses Organismus hauptsächlich betont zu haben.

Wenn man seine verschiedenen, seit dem Jahre 1830 erschienenen Abhandlungen durchgeht, so erhellt, wie er sich allmählich in dem Verständniss unsrer Wesen vervollkommnete. Wir wissen, dass die früheren Beobachter so zu sagen nichts von den Bewegungsorganen derselben kannten. Ehrenberg erwarb sich zuerst allmählich recht ausgebreitete Kenntnisse derselben, wenn sich auch nicht leugnen lässt, dass er namentlich die Verhältnisse bei den kleineren Formen vielfach unsicher lassen musste und auch in seiner allgemeinen Vorstellung von der Natur der Geisseln eine gewisse Unsicherheit verrieth. Schon im Jahre 1828 wollte er etwas von Wimpern bei einer Monade gesehen haben und im Jahre 1830 (18) schrieb er den Monaden einen Kranz von 10—20 Wimpern um den Mund zu, so dass er es damals auch nicht für unwahrscheinlich hielt, dass die Gattung Monas nur Jugendformen der Ciliaten umschliesse. Auch 1838 (32) wurde er noch nicht ganz klar über die Bewegungsorgane zahlreicher sogen. Monaden, wenn er auch die stete Existenz einer einfachen Geissel für das wahrscheinlichste hielt. Im Jahre 1831 (19) schilderte er die Bewimperung von Volvox und Eudorina, jedoch finden wir hier diese beiden Gattungen noch unter den behaarten Polygastrica, d. h. wegen ihrer Oberflächenbewimperung mit den Ciliaten vereinigt. Die heutige Auffassung des Volvox und seiner Verwandten als kolonialer Verbände erkannte Ehrenberg erst 1833 (20) richtig, worauf er denn auch die Wimpern dieser Formen als „Rüssel“ bezeichnete, da er die Geisseln der Flagellaten überhaupt mit diesem Namen belegte, ohne damit auch die Vorstellung eines nahrungsaufnehmenden Organs zu verbinden; ja 1835 (21) erklärt er sogar direct: „Wimpern seien viele Rüssel“; es ist daher jedenfalls unrichtig, wenn, wie dies seit Dujardin vielfach geschehen, Ehrenberg ein schwerer Vorwurf wegen dieser Bezeichnung der Geisseln gemacht wurde.

Im Jahre 1833 finden wir denn auch zum ersten Mal eine gute Darstellung der einfachen Geissel einiger Arten von Trachelomonas. Zwei Jahre später (21) hatte Ehrenberg in der Erkenntniss der Geisseln wesentliche Fortschritte gemacht, wir finden sie jetzt gut dargestellt bei Eugleninen, Chlorogonium, Coelomonas, Monas und Cryptomonas, während im Jahre 1831 den Euglenen noch einige kurze Wimpern am Munde zugetheilt worden waren.

Die Schilderung, welche Ehrenberg in seinem grossen Werk (1838, Nr. 32) von den Geisseln der Flagellaten entwirft, ist zwar, wie nur zu natürlich, in zahlreichen Fällen unzureichend, jedoch liess sich aus ihr schon ein allgemeiner Ueberblick über die Mannigfaltigkeit dieser Einrichtungen in dieser Abtheilung gewinnen. Dabei darf jedoch nicht ganz übersehen werden, dass Dujardin schon seit 1835 durch seine Untersuchungen zum richtigen Verständniss der Bewegungsorgane der Flagellaten sehr wesentlich beigetragen hatte.

Einen weitern sehr wichtigen Punkt in der Lebensgeschichte der Flagellaten konnte Ehrenberg gleichfalls zuerst feststellen, die Thatsache

nämlich, dass eine ganze Anzahl hierhergehöriger Organismen feste Nahrung aufnimmt. Schon im Jahre 1830 (18) gelang es ihm, Monaden künstlich zu füttern und in seinem Hauptwerk konnte er diese Erfahrung auch noch für eine Reihe weiterer Formen bestätigen. Auch beobachtete er bei einigen Formen schon anderweitige verschluckte Nahrung im Körperinnern. Auf Grund dieser Befunde konnte E. dann nicht zweifeln, dass den Flagellaten im Allgemeinen ein Mund eigenthümlich sei und bei einer ganzen Anzahl Formen stellte er auch die Lage dieser Mundstelle an der Basis der Geisseln richtig dar. Im Zusammenhange mit seiner bekannten Auffassung von dem Bau des Ernährungsapparates der Protozoën konnte sich Ehrenberg jedoch mit diesen Nachweisen über Mundstelle und Nahrungsaufnahme nicht begnügen, sondern er baute darauf seine Ansicht über die Existenz eines Darmapparats, der bei unsern Flagellaten und zahlreichen mit ihnen nicht zusammengehörigen, einzelligen thierischen und pflanzlichen Organismen eine übereinstimmende Beschaffenheit besitzen sollte, welche deren Zusammenfassung zu einer grossen Abtheilung der Anentera (im Gegensatz zu seinen Enterodela) rechtfertigte. Bei jenen Anentera sollten nämlich die als Magen gedeuteten Vacuolen verschiedener Art*) direct mit dem Mund, ohne Vermittlung eines Darmes zusammenhängen, auch sollte diesen Formen ein After durchaus fehlen. Es bedarf hier keiner besondern Erwähnung, dass es Ehrenberg unter den Flagellaten nur in wenigen Fällen gelang, seine Vorstellung von dem anenterischen Bau des Darmapparats einigermaassen durch thatsächliche Wahrnehmungen zu belegen; die Thatsache der Nahrungsaufnahme selbst war ja nur für eine beschränkte Anzahl sichergestellt.

Im Jahre 1835 eröffnete sich unserm Forscher zuerst das Verständniss für die Verschiedenheit der sogen. contractilen Blasen oder Vacuolen von den Magenblasen oder -zellen und er constatirte denn auch gleichzeitig ihr Vorkommen bei einer Anzahl Flagellaten (so will er sie beobachtet haben bei seinen Astasiaeen, Cryptomonadinen, Cyclidinen und Volvocinen); auf den Abbildungen sind sie jedoch nur bei Monas vivipara, Phacus und Coelomonas dargestellt. Im Jahre 1838 wurden diese Beobachtungen im Ganzen wenig vermehrt und sicher ist, dass E. mehrfach Irrthümer hinsichtlich der Lage der contractilen Vacuole, resp. der als solcher gedeuteten helleren Stelle beging. Wie bekannt, war jedoch die Vorstellung, welche E. von der Bedeutung der contractilen Vacuolen sich gebildet hatte, eine durchweg irrige, indem er sie als erweiterte, contractile Abschnitte des einfachen oder mehrfachen Samenleiters auffasste und dies führt uns zu der Besprechung seiner Ansichten über die Ausrüstung unsrer Organismen mit einem sehr entwickelten hermaphroditischen Geschlechtsapparat. Bekanntlich war Ehrenberg nicht sehr wählerisch in der Deutung der verschiedenartigsten Inhaltskörper als Theile des Geschlechtsapparates seiner Polygastrica und in diesem Theil seiner Vor-

*) Bei Chilomonas hielt er sogar die Stärkekörner für Magenzellen.

stellungen offenbart sich am klarsten die Herrschaft, welche gewisse allgemeine Vorstellungen über den Bau der Thiere auf seinen Geist ausübten; denn man wird sich vergeblich nach bedeutsamen Gründen umsehen, welche seine Auffassung der verschiedenen Inhaltstheile in dem beliebten Sinne zu rechtfertigen im Stande gewesen wären.

Als männliche Drüse (Hoden) betrachtete er zunächst den Nucleus, in den verhältnissmässig wenigen Fällen, wo er ihn auffand. Häufiger jedoch sind es die bei zahlreichen Formen vorhandenen Amylon- oder Paramylonkörner, welche er als Hoden deuten wollte. Gelegentlich nahm er auch seine Zuflucht zu beliebigen Inhaltskörnchen, um seine Ansicht von der allgemeinen Gegenwart eines männlichen Geschlechtsapparates zu realisiren. Als weibliche Geschlechtsproducte, Eier (resp. Eierstock) galten ihm im Allgemeinen die gefärbten Inhaltskörper, Chlorophyllkörner, auch bisweilen die bräunlichen Endochromplatten, wogegen er die letzteren z. Th. auch für einen papierartigen Panzer hielt (Cryptomonas, Syncrypta). Natürlich war es ihm nicht möglich, die Weiterentwicklung der vermeintlichen Eier zu verfolgen; bei der Monas vivipara dagegen glaubte er sogar schon die beweglichen Embryonen im Leibe des Mutterthieres beobachtet zu haben (schon 1835), eine Beobachtung, die jedoch gleichfalls auf willkürlicher Deutung gewisser in zitternder Bewegung begriffener Inhaltskörperchen beruhte.

Wenn es nun Ehrenberg auch nicht gelang, seine irrigen Ansichten über die geschlechtliche Fortpflanzung unsrer Wesen zu erweisen, so konnte er doch in nicht wenigen Fällen die wirkliche Fortpflanzung durch Theilung sicher beobachten. Nicht nur die Beobachtungen früherer Forscher über die Fortpflanzung von Volvox, Gonium und Polytoma vermochte er zu bestätigen und z. Th. weiter auszuführen, sondern auch für eine ziemliche Zahl andrer Formen die Theilung nachzuweisen. So studirte er namentlich die Vermehrung der Pandorina zuerst ziemlich eingehend, ebenso die von Chlorogonium und fand die Längs- oder auch angebliche Quertheilung bei einer nicht kleinen Zahl seiner Monadinen. Auch über den feineren Vorgang des Theilungsprocesses machte er einige sehr wichtige Beobachtungen, indem er zuerst (1835) bei gewissen Monadinen fand, dass sich die einfache Geissel vor der Theilung zu zweien vermehre, ja er will selbst eine entsprechende Vermehrung des Kerns (seiner Samendrüse) vor der Theilung schon beobachtet haben.

Nachdem wir im Vorstehenden einen Blick auf die allgemeine Vorstellung, welche sich Ehrenberg, auf Grund seiner Studien von der Organisation der Flagellaten gebildet hatte, warfen, geziemt es sich noch, die Vermehrung der Formkenntniss zu betrachten, welche wir den unermüdlichen Bestrebungen unsres Altmeisters verdanken. Es wurde schon früher betont, wie gering die Zahl der Formen ist, welche sich bei O. F. Müller wiedererkennen lassen. Bei Ehrenberg gestaltet sich dies Verhältniss doch schon sehr wesentlich anders. Zwar sind die Arten, die Ehrenberg früherhin auf seinen Reisen beobachtet hatte, fast durch-

weg so unsicher, dass eine Identificirung derselben meist unmöglich erscheint. Umgekehrt dagegen ist dies mit den später in Berlin genauer studirten Formen; nur die Angehörigen der Gattung Monas entziehen sich meist einer schärferen Beurtheilung. Von den 116 Flagellatenarten, welche ich in dem Ehrenberg'schen Werk von 1838 gezählt habe, lassen sich nicht weniger wie 49 mit heute genauer studirten Formen sicher identificiren; einige weitere mögen wohl noch in Zukunft zu ermitteln sein.

Von besondrer Bedeutung erscheint es für uns noch, bevor wir von Ehrenberg einstweilen Abschied nehmen, zu ermitteln, wie er sich der Gruppe der Flagellaten in ihrer Gesammtheit gegenüberstellte. In dieser Hinsicht war er keineswegs glücklich, es blieb ihm durchaus verschlossen, dass die Flagellaten als eine einheitliche Gruppe aufzufassen seien; er vertheilte sie vielmehr auf eine Anzahl Familien, die er durch kein näheres Band vereinigte, zwischen welche er sogar ganz heterogene Familien wie die Closterien und die Amoeben einschob.

In dem eben erwähnten Punkt wurde er weit übertroffen durch seinen genialen Rivalen Dujardin, der wie erwähnt, schon im Jahre 1835 (23 und 24) seine erste Mittheilung über unsre Wesen veröffentlichte, auf die eine Reihe weiterer folgten, bis er schliesslich im Jahre 1841 (39) sein zusammenfassendes Werk über die Infusorien publicirte. Dem offenen Blicke Dujardin's blieb es nicht verborgen, dass alle diese Formen eben durch die eigenthümliche Natur ihrer Bewegungsorgane in näherem Zusammenhange ständen; er vereinigte sie dann auch zuerst in einer besonderen Ordnung, für deren Charakteristik der Besitz von Geisseln maassgebend war und die etwa unsern heutigen Mastigophoren entspricht.

Aber auch die allgemeine Auffassung der Bauweise unsrer Organismen, wie die der Protozoën überhaupt, verdankt Dujardin die wichtigste Förderung, wenn auch gerade auf dem Gebiet der Flagellaten seine Bestrebungen nach Vereinfachung des von Ehrenberg so übertriebenen „Organisationsgehaltes" in mancher Hinsicht zu weit gingen. Die Sarkodelehre, wie sie Dujardin hauptsächlich durch das genauere Studium der Rhizopoden entwickelt hatte, musste in ihrer Anwendung auf unsre Organismen natürlich zu einer Reihe wichtiger Ergebnisse führen. Zunächst machte sich Dujardin sehr verdient durch eine klarere Auffassung der Geisseln, die wie wir wissen bei Ehrenberg unter der etwas verwirrenden Bezeichnung „Rüssel" fungirten. Mit staunenswerthem Scharfblick erkannte er schon seit 1835 die innigen Beziehungen zwischen den sogen. Pseudopodien der Rhizopoden und den Geisseln der Flagellaten, wie den Cilien der Infusorien und verglich namentlich auch schon damals die Geisseln mit den Schwänzen der Spermatozoën. Diese Auffassung der Geisseln suchte er durch seine späteren Arbeiten noch mehr zu befestigen, namentlich ihre Natur als ausschliessliche Bewegungsorgane klar zu legen und nachzuweisen, dass ihre Bewegung eine ihnen selbst einwohnende, nicht durch einen besondern Muskelapparat hervorgerufene sei. Die Contraction einer Muskelfaser erklärt er für ein Phänomen gleicher Ordnung

wie die Contraction der Geisselfäden. Auch will er später (1841) wirkliche Uebergänge zwischen Pseudopodien und Geisseln beobachtet haben. Seine Beobachtungen über den Geisselapparat der von ihm untersuchten Flagellaten sind überhaupt nicht zu unterschätzen, wie dies namentlich aus seinen Untersuchungen über einige mehrgeisselige Formen (Tetra- und Hexamitus) hervorgeht, was jedoch nicht ausschliesst, dass er sich auch bei einigen Formen in der Geisselzahl irrte.

Etwas zu skeptisch beurtheilte Dujardin die Angaben Ehrenberg's über das Vorhandensein eines Mundes bei gewissen Flagellaten. Es war ihm wohl bewusst, dass zahlreiche dieser Organismen keine feste Nahrung aufnehmen, ein Punkt, über den sich Ehrenberg ziemlich leicht hinweggesetzt hatte, als er allen unsern Wesen einen übereinstimmenden Bau des Darmapparates zuschrieb. Andrerseits hatte Dujardin recht wohl erkannt, dass die Annahme eines derartigen Darmapparates nicht nur für die ciliaten Infusorien, sondern auch für die Flagellaten unzulässig sei, indem er die angeblichen Magenblasen Ehrenberg's zuerst in ihrer wahren Bedeutung, als mit wässriger Flüssigkeit erfüllte vergängliche Vacuolen, richtig erkannte.

Wie gesagt, verfuhr jedoch der französische Forscher zu rasch, wenn er nun auch die Existenz einer besondern Mundstelle der Flagellaten durchaus leugnen wollte. Die Nahrungsaufnahme erkannte er für die Monaden wenigstens an, jedoch glaubte er ihnen durchaus die Art der Nahrungsaufnahme zuschreiben zu sollen, welche er anfänglich (1835—36) auch bei den Ciliaten allein vertreten dachte: indem die Nahrungskörper nämlich durch an der Körperoberfläche sich bildende Vacuolen aufgenommen würden. Es ist nicht ohne Interesse, dass eine solche Nahrungsaufnahme in neuerer Zeit wirklich bei gewissen Flagellaten erwiesen wurde, wenngleich hieraus keineswegs zu folgern ist, dass sich Dujardin schon eine richtige Vorstellung des Processes bei diesen Formen erworben hatte. Die überaus grosse Bedeutung, welche Dujardin den Vacuolen bei seiner Sarkodelehre zuschrieb, war auch die Veranlassung, dass er zu keiner hinreichend scharfen Unterscheidung der gewöhnlichen Vacuolen und der contractilen gelangte. Wenn er diese letzteren auch selbst bei den Flagellaten nicht völlig übersah, so schenkte er ihnen doch ohne Zweifel nicht die genügende Aufmerksamkeit, da sie ihm eben von den so verbreiteten gewöhnlichen Vacuolen nicht wesentlich verschieden erschienen.

Ganz ablehnend verhielt er sich gegen die Ehrenberg'sche Lehre von dem complicirten Generationsapparat unsrer Organismen, doch gelang es ihm meist nicht, die verschiednen Inhaltskörper, welche Ehrenberg als männliche Drüsen beansprucht hatte, in ihrem Wesen richtig zu erkennen, namentlich erwarb er sich noch keine Vorstellung über die Wichtigkeit und die allgemeine Verbreitung des Kernes. Auch den Farbstoffkörpern, welche Ehrenberg gewöhnlich als Eierstöcke beansprucht hatte, sprach er diese Bedeutung ab und liess sie nur als färbende Substanzen gelten,

ohne jedoch schon auf ihre Analogie mit denen zahlreicher Pflanzen aufmerksam geworden zu sein. Immerhin war Dujardin nicht geneigt, eine Vermehrung unsrer Organismen durch innere Keime ganz zu leugnen; er hielt es für möglich, dass ein Theil der Inhaltskörperchen der Sarkode solche Keime seien, die jedoch durchaus nicht den Namen Eier im Sinne der höheren thierischen Organismen verdienten. Während er einerseits die Generatio spontanea unsrer Organismen, im Sinne einer wirklichen Neubildung organisirter Substanz bekämpfte, hielt er dagegen eine Entstehung derselben aus sehr widerstandsfähigen Keimen im Anschluss an die alten Untersuchungen Spallanzani's nicht für unwahrscheinlich. Sehr unerheblich sind im allgemeinen seine Erfahrungen über die Vermehrung unsrer Wesen durch Theilung.

Zwei wichtige Momente in der allgemeinen Auffassung, auf welche Dujardin bei dem Studium geisseltragender Infusorien aufmerksam geworden war, möchten wir hier noch andeuten. Einmal erkannte er schon sehr richtig die nahen Beziehungen, welche zwischen den einfachsten Flagellaten, den sogen. Monaden und den einfachen Rhizopoden, den amöbenartigen Organismen, existiren und andrerseits wies er zuerst darauf hin, dass die Spongien gleichfalls Beziehungen zu den sogen. Infusorien besässen und zwar zu Formen, welche etwa zwischen den Amöben und Flagellaten die Mitte hielten (1841).

Die Formkenntniss der Flagellaten hat auch Dujardin nicht unwesentlich gefördert, wenngleich die Ausbreitung seiner Studien nicht diejenige der Ehrenberg'schen erreichte.

Nach der durch die bedeutsamen Werke Ehrenberg's und Dujardin's bezeichneten Epoche trat eine gewisse Ruheperiode in der Entwicklung der Flagellatenforschung ein, denn erst im Jahre 1852 erschien wieder ein grösseres zusammenfassendes, unsern Organismen gewidmetes Werk von Perty. Zwar herrschte auch in jener Zwischenperiode ein reges Interesse für die Flagellaten, deren Kenntnisse von nicht wenigen Beobachtern bald mehr im Sinne Ehrenberg's, bald mehr in dem Dujardin's gefördert wurden, ja es entspann sich sogar gerade in dieser Periode zuerst der lang dauernde und heutzutage noch fortgeführte Streit über die thierische und pflanzliche Natur unsrer Wesen. Abgesehen von dieser fundamentalen Frage tritt jedoch während dieser Epoche kein Interesse hervor, die Kenntnisse unsrer Gruppe in allgemeiner Hinsicht zu vertiefen.

Ehrenberg selbst beschäftigte sich gelegentlich mit der weiteren Erforschung der Flagellaten, so beschrieb er 1840 (36) einige neue Formen und berichtete 1841 (38) über die Untersuchungen eines Salzburger Arztes Werneck, welcher ihm seine Studienresultate zur Verfügung gestellt hatte. Mit Recht rügt Stein (176), dass jene nicht unwichtigen und von zahlreichen Abbildungen begleiteten Untersuchungen Werneck's nur durch den sehr unzureichenden Bericht Ehrenberg's bekannt, im Uebrigen in den Acten der Berliner Akademie vergraben wurden. Wir heben hier

nur hervor, dass Werneck bei zwei Flagellaten (Antophysa und Anisonema) eine Afterspalte beobachtet haben will, dass er sich gegen die Bedeutung der sogen. Augenflecke als Augen erklärte und eine Anzahl neuer Formen auffand, die sich jedoch wegen der unzureichenden Beschreibung kaum sicher ermitteln lassen, wenn ich es auch mit Stein für wahrscheinlich halte, dass sich hierunter schon so wichtige Gattungen wie Phalansterium und Stephanosphaera finden. Im Jahre 1848 (59) beschrieb dann Ehrenberg noch zwei neue interessante Gattungen (Chloraster und Spondylomorum) und aus dieser Mittheilung erhellt zur Genüge, dass er auch auf dem Gebiet der Flagellaten seinen allgemeinen Standpunkt von 1838 nicht wesentlich geändert hatte.

Im Anfange der 40er Jahre wurde zuerst durch Valentin die Aufmerksamkeit auf das Vorkommen eigenthümlicher parasitischer Organismen im Blute gewisser Fische gelenkt, des flagellatenartigen Wesens, das im folgenden Jahr von Gluge im Blute der Frösche aufgefunden und 1843 von Gruby Trypanosoma genannt wurde. Auch Mayer hatte dasselbe schon 1843 im Blute der Rochen beobachtet und Amoeba rotatoria benannt. Später 1850 beschäftigte sich Wedl ziemlich eingehend mit diesen und ähnlichen Organismen aus dem Blute verschiedner Wirbelthiere und Leydig machte 1851 und später 1857, wie hier gleich bemerkt werden mag, auf das Vorkommen ähnlicher Schmarotzer in verschiedenen Wirbellosen aufmerksam.

Auch andere parasitische Monaden hatten das Interesse der Forscher erregt. Schon 1837 fand Donné die beim Menschen schmarotzende Trichomonas vaginalis; Gruby und Delafond beobachteten 1843 parasitische Monaden im Darm einiger Säugethiere und Hammerschmidt 1844 eine Form in den Excrementen der Ringelnatter. Auch in Nord-Amerika hatten die parasitischen Flagellaten das Interesse zweier Beobachter erweckt. Leidy beschrieb seit 1846 einige Formen aus Wirbellosen und Wirbelthieren, jedoch im Ganzen wenig genau und ohne tiefer in ihre Organisation einzudringen. Burnett (1851) beschäftigte sich namentlich mit der im Darm der gemeinen Fliege häufigen Monadine und sprach sich bei dieser Gelegenheit sehr entschieden für die Einzelligkeit der von ihm beobachteten Formen aus.

Um die Vermehrung unsrer Kenntnisse von der Verbreitung der Flagellatenformen erwarben sich in den 40er Jahren namentlich zwei russische Beobachter Eichwald und Weisse nicht unwesentliche Verdienste. Wenn auch im Allgemeinen das Studium, das sie denselben widmeten, nicht ein sehr tiefgehendes war, so wurden durch sie doch einige neue Formen ans Licht gezogen und Weisse förderte auch durch seine Studien über die Fortpflanzung des Chlorogonium und seine Darstellung der Theilung der Peranema unser Wissen von der Vermehrung dieser Wesen nicht unwesentlich. In ähnlicher Richtung trat 1846 auch Schmarda auf, der später 1850 und 1854 noch zwei weitere Beiträge lieferte. Abgesehen von dem Interesse, welches namentlich die

letzte Arbeit, die die in Egypten angestellten Beobachtungen bespricht, in geographischer Hinsicht besitzt, sind es nur einige neue Formen, welche diesen Mittheilungen eine gewisse Wichtigkeit geben und unter diesen namentlich die 1850 beschriebne neue Gattung Pyramimonas. In ähnlicher Weise beschäftigte sich etwa um dieselbe Zeit Bailey in Nord-Amerika mit der Erforschung der Flagellatenverbreitung, und wenn seine Untersuchungen auch (mit Ausnahme der Entdeckung des Gehäuses einer sehr interessanten Spongomonadine, das jedoch in seiner Bedeutung nicht erkannt wurde), zu keinen neuen Ergebnissen führten, so besitzt seine Arbeit selbst heute noch ihre Bedeutung, da sie die einzige umfassende Untersuchung über die Verbreitung unsrer Gruppe in Nord-Amerika ist.

Indem wir jetzt zur Besprechung der schon früher angedeuteten, in der Periode zwischen 1841 bis 1852 zuerst mit grosser Entschiedenheit hervortretenden Strömung: einen grossen Theil der von Ehrenberg und Dujardin den thierischen Organismen zugewiesenen Flagellaten als niedere Pflanzen oder gewisse Zustände solcher zu erweisen, übergehen, können wir diese Betrachtung wohl am besten mit einem Blick auf die Forschungen über gewisse Formen eröffnen, die schon in sehr früher Zeit ein strittiges Object für Botaniker und Zoologen bildeten. Zunächst sei jedoch bemerkt, dass weder Ehrenberg noch Dujardin die Frage nach der thierischen oder pflanzlichen Natur der Flagellaten ernstlich discutirten, beide hatten eben, wenn sie die Flagellaten ohne weiteres zu den sogen. Infusionsthieren zogen, keine ernstlichen Einwände zu bekämpfen, es war gewissermaassen historisch berechtigtes Herkommen, die sich bewegenden kleinen Organismen ohne weiteres als Thiere zu betrachten. Speciell Ehrenberg, der sich nicht scheute, einzelne bewegungslose einzellige Algen den thierischen Infusorien zuzugesellen, hatte keine Veranlassung, die Thiernatur der Flagellaten zu bezweifeln und Dujardin folgte ihm in dieser Auffassung ohne Zögern.

Wir haben früher erfahren, dass schon im vorigen Jahrhundert die Gattung Haematococcus als Pflanze betrachtet worden war und gerade diese und ihr nahe verwandte Formen beschäftigten in der jetzt zu besprechenden Epoche eine ganze Anzahl Beobachter und erfuhren sehr verschiedene Beurtheilungen.

Die zuerst Ende des vorigen Jahrhunderts in den Alpen und im Anfange unsres Jahrhunderts auch im Polargebiet beobachtete Rothfärbung des Schnees interessirte schon in den ersten Decennien unsres Jahrhunderts nicht wenige Beobachter*) und wurde ziemlich allgemein auf einen mikroskopischen pflanzlichen Organismus zurückgeführt, der gewöhnlich den Algen beigesellt wurde. Agardh stellte ihn 1824**) in eine besondre Gattung Protococcus neben eine grüne Form aus dem süssen

*) Siehe hierüber bei Stein (176).

**) Systema Algarum. Lundae 1824.

Wasser; auch hatte er zuerst bewegliche Formen vereinzelt gesehen. 1835 entschied er sich dafür, eine neue Gattung Haematococcus für diese Form, sowie einige weitere ihm hierhergehörig erscheinende zu errichten. Martins machte dann schon 1839 die ersten Erfahrungen über die Vermehrung unsrer Form im ruhenden Zustand und erklärte die rothen und grünen Organismen des Schnees für identisch*).

Ein Jahr früher hatte Dunal (33) in den zur Salzgewinnung dienenden Salzbecken der französischen Mittelmeerküste einen rothen Organismus entdeckt und richtig zu der Gattung Haematococcus gezogen. Dieselbe Form untersuchte 1840 Joly (34) und nannte sie Monas Dunalii, da er ihre beiden Geisseln schon sehr gut beobachtete. Dujardin hob dann in seinem Infusorienbuch die nahe Verwandtschaft dieser Monas Dunalii mit seiner Gattung Diselmis (= Chlamydomonas Ehrbg.) hervor.

Die Untersuchungen, welche Shuttleworth 1839 (37) über die Organismen des rothen Alpenschnees anstellte, führten namentlich zu genaueren Erfahrungen über das Vorkommen eines infusorienartig beweglichen rothen Organismus neben den früher fast ausschliesslich beobachteten unbeweglichen rothen Kügelchen. Im übrigen sind die Resultate wenig erheblich, da Shuttleworth die beweglichen und unbeweglichen Formen für specifisch verschiedene Organismen hielt und überhaupt nicht weniger wie 5 verschiedene Gattungen von Organismen im rothen Schnee beobachtet haben wollte, von welchen nur die Haematococcusform sich als ein bestimmt charakterisirter hat wiedererkennen lassen. Meyen (35) glaubte 1840 die Haematococcen des Schnees irrthümlich mit ruhenden encystirten Euglenen identificiren zu können, deren ruhenden Zustand er zuerst genauer studirt und auch die damit verknüpfte Vermehrung ermittelt hatte. C. Vogt berichtigte 1844 (48) die Irrthümer von Shuttleworth, indem er nachwies, dass die ruhenden und beweglichen rothen Kugeln nur verschiedene Zustände einer und derselben Form sind. Auch lehrte er zuerst die Vermehrungsweise durch Theilung des Inhalts der ruhenden Form kennen. Ein weiterer Fortpflanzungsprocess durch Knospung, welchen er gleichzeitig noch beobachtet haben wollte, dürfte sehr wahrscheinlich das Resultat einer Täuschung gewesen sein. Den Organismus des rothen Schnees aber glaubte er zu der einige Jahre früher von Morren beschriebnen Gattung Disceraea ziehen zu sollen, die jedoch, wie gleich zu berichten sein wird, identisch mit Haematococcus ist. Diese Disceraea purpurea (den Haematococcus lacustris) hatte Aug. Morren 1841 im Wasser aufgefunden und recht gut beschrieben. Geisseln, Hülle, Farbenwandlung und Vermehrung im ruhenden Zustand, sowie die Lebenszähigkeit beim Austrocknen werden hier schon richtig dargestellt. Auch war der belgische Beobachter ursprünglich sogar auf dem richtigen Weg zur Aufklärung der Verwandtschaftsverhältnisse, indem er sie anfänglich dem Haematococcus nivalis nähern wollte. Ch. Morren fügte den Untersuchungen seines Bruders

*) Du microscope et d. son applic. etc. Paris 1839.

nichts Wesentliches zu, sondern richtete einige Verwirrung an, indem er, auf irrthümliche Beobachtungen gestützt, die Disceraea der Gattung Trachelomonas anzuschliessen suchte. Doch enthält seine Arbeit noch einige nicht unwichtige Beobachtungen über die Euglenen.

Drei Jahre später wurde unser Organismus wiederum zum Gegenstand einer ausgedehnten Untersuchung, indem v. Flotow ihn unter dem Namen Haematococcus pluvialis in einer sehr umfangreichen Monographie beschrieb (50). Dieselbe blieb jedoch in vieler Hinsicht hinter den Leistungen Morren's zurück. Die Bauverhältnisse blieben ihm vielfach unklar; dagegen erweiterte er in gewisser Hinsicht das Wissen über die Fortpflanzungserscheinungen des Haematococcus. Einmal beobachtete er zuerst seine Vermehrung im beweglichen Zustand und lehrte weiterhin eine eigenthümliche kleine und hüllenlose Modification kennen, die sich auch durch besondre Befähigung zu Gestaltsveränderungen auszeichnete. Doch verfiel Flotow auch auf dem Gebiet der Fortpflanzung des Haematococcus in eine Anzahl Irrthümer, indem er ihm eine Vermehrung durch Sporen und Gonidien zuschrieb, welche durchaus nicht vorhanden ist. Flotow's allgemeines Urtheil über den studirten Organismus interessirt uns hier namentlich deshalb, weil er sich sehr entschieden für seine vegetabilische Natur aussprach, indem er die ruhende und sich vermehrende Generation für den eigentlich maassgebenden Repräsentanten beanspruchte und auch in der Austrocknungsfähigkeit eine Bestätigung seiner Ansicht erblickte.

Einen gewissen Abschluss erhielten die mannigfachen Untersuchungen über den Haematococcus durch die im Jahre 1850 publicirten Beobachtungen Cohn's (66). Seine umfassende Bearbeitung dieses Organismus schloss sich im allgemeinen an die Flotow'sche Darstellung an, ja ging meines Erachtens von einer übertriebenen Schätzung derselben aus. Im Gesammtresultat, d. h. der allgemeinen Beurtheilung der Stellung des Organismus in der Stufenleiter der organischen Welt, gelangt Cohn zu dem gleichen Resultat wie Flotow, indem er ihn für eine einzellige Alge erklärte. Wenn wir hier diese Deutung als einzellige Alge besonders betonen, so geschieht dies deshalb, weil Cohn zuerst mit Gründlichkeit den Versuch machte, die einzellige Natur unsrer Form durch Vergleich ihrer Bauweise mit der der pflanzlichen Zelle zu erweisen und dadurch auch für das morphologische Verständniss ähnlich gebauter Organismen, d. h. der gesammten Flagellatengruppe, einen wesentlichen Beitrag lieferte. Auch darf wohl behauptet werden, dass es ihm gelang, die einzellige Natur des Haematococcus sicher zu stellen, wenngleich seine ganze Darstellung und Beweisführung wegen der damals noch unvollkommnen Verfassung der Zellenlehre heutzutage nicht mehr ganz einleuchtend erscheint. Nicht nur der Bau des Haematococcus in seinen verschiednen Zuständen, auch seine Vermehrungsweise war ein Gegenstand anhaltender Forschung für Cohn und so gelang es ihm denn auch, die wichtigsten Punkte derselben aufzuklären, namentlich das Auftreten grosser und kleiner beweglicher Formen zu ermitteln. Wenn Cohn nun auch auf Grund seiner Ergeb-

nisse die vegetabilische Natur des Haematococcus bejahte, so verschloss er sich doch nicht der Einsicht, dass dieser Organismus auch sehr nahe Beziehungen zu andern zeigte, an deren thierischer, infusorieller Natur er nicht zweifelte, speciell zu der Gattung Euglena. Letztere schien ihm wegen ihrer lebhaften Körpercontractionen allen Anspruch auf Zugehörigkeit zu den Thieren zu besitzen. So sehen wir denn, dass Cohn schon damals durch seine Stellungnahme in dieser Frage andeutete, dass eine innige Verknüpfung zwischen thierischen und pflanzlichen Organismen auf ihrer tieferen Ausbildungsstufe anzutreffen sei und dass es gerade das Gebiet der flagellatenartigen Organismen sei, wo diese Beziehungen deutlich und unabweisbar hervorträten.

Auch Al. Braun (70) hatte um dieselbe Zeit seine Aufmerksamkeit dem vielbesprochnen Organismus und einigen seiner Verwandten zugewendet und ihre Kenntniss nicht nur durch sehr bemerkenswerthe Beobachtungen über ihre Fortpflanzung, sondern auch durch die Entdeckung einer Anzahl neuer Chlamydomonasformen gefördert. Auch dieser hervorragende Botaniker zweifelte nicht an der Algennatur unsrer Organismen, worin ihn namentlich seine Beobachtung, dass der Haematococcus im ruhenden Zustand unter gewissen Bedingungen eine lang fortdauernde Vermehrung, „ein durchaus vegetabilisches Verhalten“ zeige, bestärkte.

Diese Besprechung der Schwierigkeiten der Auffassung eines flagellatenartigen Organismus führt uns zu der schon angedeuteten Streitfrage, welche sich während der dreissiger und vierziger Jahre unsres Jahrhunderts über die Natur zahlreicher verwandter Formen erhob. Dieselbe fand ihre Nahrung wesentlich in wichtigen Beobachtungen der Botaniker, welche allmählich gezeigt hatten, dass im Leben zahlreicher niederer pflanzlicher Organismen (aus den Abtheilungen der Algen und Pilze) Vermehrungskörper, sogen. Schwärmsporen (Zoosporen) auftreten, die den früher als Flagellaten beschriebnen Infusorien ungemein ähnlich sind. Es kann hier nicht unsre Aufgabe sein, die Beobachtungen über die pflanzlichen Schwärmsporen eingehender zu verfolgen. Erst im Jahre 1842 gelang es Unger, die schon seit Beginn unsres Jahrhunderts über diesen Gegenstand gelegentlich gemachten Untersuchungen durch die wichtige Beobachtung zu vervollständigen, dass die Schwärmsporen der Algengattung Vaucheria mit einem Wimperkleid versehen seien, das dem der ciliaten Infusorien in jeder Beziehung gliche.

Es ist viel darüber gelächelt worden, dass Unger unter dem ersten Eindruck dieser wichtigen Beobachtung in der Schwärmspore der Vaucheria einen wirklich thierisch organisirten Lebenskörper sehen wollte, und den ganzen Vorgang als einen Uebergang der Pflanze ins Thierreich auffasste. Im Ganzen glaube ich, hat man jedoch wenig Grund diese Darstellung Unger's, wenn man sie im Lichte seiner Zeit beurtheilt, zu verspotten, denn die Uebereinstimmung zahlreicher Schwärmsporen mit Flagellaten ist jedenfalls so gross, dass man, wenn man nicht jeden Zusammenhang zwischen Flagellaten und höheren thierischen Organismen leugnet, im

Auftreten dieser Schwärmsporen eine sehr bedeutungsvolle Annäherung an das Thierreich erblicken muss. Erst nach Unger wurde jedoch diese grosse Uebereinstimmung der Algenschwärmsporen mit den Flagellaten erwiesen, namentlich die umfassenden Untersuchungen Thuret's (67) wurden in dieser Beziehung ausschlaggebend. Dieser Beobachter hatte denn auch schon ein im allgemeinen sehr richtiges Urtheil über die Beziehungen der Algenschwärmsporen zu den ihnen so ähnlichen Flagellaten. Eine directe genetische Beziehung beider wies er entschieden zurück und seine Berechtigung zu einem solchen Ausspruch erscheint um so grösser, da er es nicht unterliess, eines der flagelliferen Infusorien, dessen Aehnlichkeit mit zahlreichen Schwärmsporen besonders gross ist, selbst zu untersuchen, den Chlamydomonas pulvisculus nämlich. Mit Scharfblick hob er namentlich als unterscheidendes Merkmal dieser Form von den Schwärmsporen der Algen den Umstand hervor, dass der Chlamydomonas wegen seiner Vermehrung durch Theilung eine Selbstständigkeit verrathe, welche den Algenschwärmsporen, die nur vorübergehende Entwicklungszustände darstellten, durchaus fehle. Diese scharfe Unterscheidung, welche Thuret zwischen den Schwärmsporen der Algen und den ähnlichen Flagellaten festzustellen sich bemühte, hatte in damaliger Zeit ihre grosse Bedeutung, indem sie sich direct gegen die von andrer Seite ausgegangnen Bemühungen wendete, einen Theil der Flagellaten direct mit den Schwärmsporen gewisser Algen zu identificiren, resp. zu erweisen, dass gewisse Flagellaten im Stande seien, sich zu Algen zu entwickeln. Mit dem Nachweis derartiger Beziehungen hatte sich nämlich schon 1844 Kützing (49) beschäftigt, der auf Grund irriger Beobachtungen und einer Kette von Verwechslungen behauptete, dass der Chlamydomonas pulvisculus zu einer ganzen Anzahl verschiedner niederer Algen auszuwachsen im Stande sei. Auch wollte er sich überzeugt haben, dass die Schwärmsporen der Algengattung Ulothrix identisch seien mit der von Ehrenberg beschriebnen Flagellate Microglena monadina.

Gegenüber derartigen irrigen Behauptungen erschien natürlich die scharfe Betonung der Unterschiede zwischen Flagellaten und Schwärmsporen, wie sie der gediegene Kenner der letzteren, Thuret, entwickelte, als ein wesentlicher Fortschritt. Dabei dürfen wir jedoch nicht übersehen, dass Thuret andrerseits die innigen Beziehungen, welche sich speciell in der Erscheinung der Schwärmsporenbildung zwischen den niederen pflanzlichen Organismen und den von ihm in der Ehrenberg-Dujardin'schen Umgrenzung als thierische Organismen beanspruchten Infusorien finden, nicht verkannte. Im Gegentheil war seine Ansicht sehr richtig die, dass die Trennung beider Reiche keine absolute sei, sondern, dass in den untern Regionen derselben die scharfe Grenzbestimmung aufhöre, indem sich gewisse Gruppen von Organismen vorfänden, deren Beziehungen nach beiden Seiten hinwiesen, und deren Stellung daher naturgemäss eine schwankende sei.

Die Untersuchungen der Botaniker über die Schwärmsporen mussten natürlich auch auf die Auffassung der Flagellatenwelt seitens der Zoologen einen wesentlichen Einfluss ausüben, und von dieser Zeit datirt denn auch die geringe Berücksichtigung unsrer Abtheilung in den allgemeinen Darstellungen des zoologischen Lehrgebäudes; sie wurden bis in die neueste Zeit gerade in den besten Lehrbüchern so stiefmütterlich abgefertigt, dass die Gruppe der Flagellaten allmählich als solche aus dem Bereich der Protozoën zu schwinden drohte. Zunächst war es vornehmlich v. Siebold (63), der es unternahm, die neueren Ergebnisse der botanischen Forschung zu einer Reformation der Ehrenberg'schen Infusorien zu verwerthen. Während er mit richtigem Takt die auch jetzt allgemein ausgeschiednen einzelligen pflanzlichen Organismen an ihre richtigere Stelle wies, sprach er gleichzeitig die Vermuthung aus, dass wohl eine ziemliche Zahl der mit Wimpern oder Geisseln versehenen sogen. Infusionsthiere Ehrenberg's richtiger zu den pflanzlichen Organismen, speciell den niederen Algen zu ziehen seien, und auf die Flagellaten bezieht sich sonder Zweifel dieser Ausspruch Siebold's im Besondern. Eine Anzahl dieser Formen glaubt Siebold direct den Algen zuweisen zu dürfen, nämlich die Ehrenberg'sche Familie der Volvocina. Wesentlich ausschlaggebend in der Entscheidung, ob thierischer und pflanzlicher Organismus, erschien ihm der Besitz oder Mangel der Contractionsfähigkeit, ein Umstand, der heutzutage durchaus nicht mehr in der ihm von Siebold vindicirten Bedeutung erscheint. In dieser Auffassung der Volvocina begegnete sich Siebold also mit der Anschauung zahlreicher Botaniker, die ja, wie wir gesehen, auch schon den Haematococcus als Alge beansprucht haben. Siebold hatte zuerst (1844)*) auch die koloniebildenden Formen der Volvocineen, die Gattung Volvox und ihre nächsten Verwandten, als Algen bezeichnet und damit den Grund gelegt zu der immer mehr in Aufnahme gekommnen Einreihung dieser Formen in das Pflanzenreich. Im Allgemeinen zog auch Nägeli 1849**) die Volvocina zu seinen einzelligen Algen und suchte auch nach einer schärferen Unterscheidung zwischen diesen einzelligen vegetabilischen Formen und den entsprechenden Thierchen; doch konnten auch die von ihm aufgestellten Unterschiede durchaus keinen Anspruch auf eine tiefere Bedeutung erheben; sie beziehen sich hauptsächlich auf die Anwesenheit gewisser Stoffe in der pflanzlichen Zelle, welche der thierischen fehlen sollen, so der Cellulose, des Chlorophylls in seinen verschiednen Modificationen und des Stärkemehls. Als bedeutungslos wurde weiterhin sehr bald der Unterschied erkannt, welchen Nägeli zwischen den Wimpern und Geisseln der Infusorien und denen der schwärmenden Algenzellen gefunden haben wollte. Während sich die ersteren activer Beweglichkeit erfreuen sollten, betrachtete er die Geisseln der letzteren

*) Dissert. de finibus inter regn. anim. et vegetab. consituendis. Erlangae 1844.

**) Gattungen einzelliger Algen.

als passiv bewegte Anhänge und glaubte die Bewegungen der Algenzellen durchaus auf endosmotische Vorgänge zurückführen zu dürfen. Obgleich sich in der erwähnten Weise eine wichtige Umwälzung der allgemeinen Auffassung der Volvocina vollzog, machte die genauere Kenntniss der interessanten koloniebildenden Formen dieser Familie in dieser Epoche keine erheblichen Fortschritte. Nur Laurent (62) verbesserte unsre Kenntnisse des Volvox in den Jahren 1848—49 durch den Nachweis, dass Ehrenberg fälschlich aus den Formen mit Parthenogonidien und Oosporen zwei verschiedne Arten gemacht habe und verglich die Oosporen schon richtig mit Eiern.

Wir müssen unsre Aufmerksamkeit jetzt einem Forscher zuwenden, der zuerst wieder den Versuch machte, das Gesammtgebiet der Flagellaten darzustellen. Im Jahre 1852 veröffentlichte Perty (76) seine Beobachtungen über die Infusorien und berücksichtigte dabei besonders die Flagellaten, welche er mit den Schwärmsporen der Algen (seinen Sporozoidia) und den Schizomyceten (seinen Lampozoidia) zu einer besonderen 2. Abtheilung der Infusorien unter der Bezeichnung Phytozoidia zusammenstellte. Die erste Abtheilung bildeten die Ciliata und Suctoria. Schon im Jahre 1848 (60) hatte er über die Geisselverhältnisse einer ziemlichen Anzahl der von ihm untersuchten Formen berichtet.

Wenn wir zuerst einen Blick auf die allgemeine Stellung werfen, die Perty den Flagellaten, namentlich im Hinblick auf die Streitfrage über ihre pflanzliche oder thierische Natur anwies, so erhellt schon aus der soeben angedeuteten systematischen Vereinigung derselben mit den Schwärmsporen der Algen und den Spaltpilzen, dass Perty hierüber sehr besondre Ansichten besass. Nicht ohne Berechtigung wies er, nach unsrer Ansicht, jede scharfe Grenze zwischen dem thierischen und dem pflanzlichen Reich zurück und beurtheilte die Versuche einer derartigen Trennung als einen der Natur imputirten Zwang.

Auch in den Lebenscyclus echt thierischer Wesen schöben sich Perioden pflanzlicher Beschaffenheit ein, wie er denn zuerst die späterhin häufig wiederholte Ansicht sehr bestimmt aussprach, dass die Encystirungen gewisser Flagellaten (so Euglena) echt vegetabilische Zustände dieser sonst thierischen Wesen darstellten. Trotz dieser nach den heutigen Anschauungen nicht unberechtigten Vorstellungen, muss es doch Verwunderung erregen, dass Perty sich entschliessen konnte, auch die Schwärmsporen der Algen direct den Infusorien einzuverleiben, was ja, wie Stein richtig bemerkt, nothwendig auch die zugehörigen Algen selbst in die Reihe der Infusorien gezogen hätte. Die schon mehrfach erwähnten eigenthümlichen Flagellaten, der Chlamydomonas und Haematococcus, galten Perty als die nächsten Verwandten der eigentlichen Algensporen und er trennte sie deshalb auch von den eigentlichen Flagellaten (seiner Gruppe der Filigera) ab, um sie den Sporozoidia zu überweisen. Die sogen. Zoosporen der Algen aber galten ihm als wirklich thierische Entwicklungszustände der betreffenden

Algen, die nach Art eines Generationswechsels mit dem vegetabilischen Zustand verknüpft seien.

Während Perty damals nicht nur die thierische Natur der Flagellaten, sondern auch die der Zoosporen verfocht, trat er nach Verlauf eines Decenniums gerade in entgegengesetzter Richtung auf, wie bei dieser Gelegenheit gleich bemerkt werden mag. 1864 (114) nämlich wollte er überhaupt seine sämmtlichen Phytozoidia für pflanzliche Wesen erklären. Dieser völlige Wechsel der Anschauung ist jedenfalls ein Beweis dafür, dass auch die Gründe, welche Perty zu seiner früheren Ansicht bestimmt hatten, keine sehr tieferwogenen waren.

In der Beurtheilung der Organisation und der Lebensverhältnisse seiner Filigera schwankte Perty (1852) zwischen den Anschauungen seiner beiden hervorragenden Vorgänger, Ehrenberg und Dujardin, hin und her. Im gesammten zeichnen sich jedoch seine Untersuchungen überhaupt nicht durch besondre Originalität und Genauigkeit aus. Dujardin schloss er sich sehr innig in der Beurtheilung der Organisation an und gelangte über die Vorstellungen dieses Vorgängers in keinem Punkt wesentlich hinaus. Wie letzterer leugnete er das Vorkommen einer besonderen Mundöffnung auf das entschiedenste, ja im Grossen und Ganzen auch die Aufnahme fester Nahrung. Die wenigen von ihm beobachteten widersprechenden Fälle suchte er durch zufälliges Eindringen von Fremdkörpern zu erklären. Von der Bedeutung und der allgemeinen Verbreitung des Nucleus hatte er keinen Begriff, wie er denn auch die Frage nach der Bedeutung unsrer Organismen im Hinblick auf die Zellenlehre nirgends erörtert. Ebensowenig ist ihm die contractile Vacuole in ihrer allgemeinern Morphologie bekannt; wenn er sie auch bei einigen wenigen Formen beobachtete, so spricht er doch im allgemeinen Abschnitt seines Werkes gar nicht von ihr.

An Ehrenberg schloss Perty sich dagegen auffallend nahe in der Beurtheilung der Fortpflanzungserscheinungen unsrer Wesen an. Die Kenntniss der Theilungsvorgänge einer ziemlichen Anzahl Formen wurden durch seine Bemühungen nicht unwesentlich gefördert. Daneben wollte er jedoch wie Ehrenberg noch einen andern Vermehrungsprocess statuiren, welcher sich durch die Weiterentwicklung innerer Keime vollziehe. Diese Keime nannte Perty „Blastien", und sie sind nichts weiter als die verschiedenartigen körnigen Einschlüsse, welche schon Ehrenberg, auf ungenügendste Gründe hin, als Eier beansprucht hatte. Perty's Begründung der Keimnatur dieser Blastien ist nicht um ein Haar gesicherter wie die frühere Ehrenberg's. Seine ganze Darstellung dieses Fortpflanzungsprocesses ist, wie gesagt, überhaupt nur eine Umschreibung der von Ehrenberg behaupteten geschlechtlichen Fortpflanzung, aus welcher das männliche Element eliminirt worden war. Gegenüber Ehrenberg suchte aber Perty die generatio spontanea wieder in einem gewissen Umfange zu retten, indem er sie wenigstens für zahlreiche Monaden annahm. Andrerseits

hielt er es auch nicht für unmöglich, dass Monaden durch Umwandlung der Zellen höherer Organismen entstünden.

Die systematischen Bestrebungen Perty's können nicht sehr hoch veranschlagt werden. Viel unsichere Formen und zahlreiche unnöthige neue Namen wurden von ihm einzuführen versucht. Wirklich neue interessante Formen fand er dagegen nur wenige.

Wir müssen nun mit einigen Worten die Leistungen eines Beobachters, W. Focke, besprechen, welcher schon vor Perty im Jahre 1847 (58, 1) einige seiner Erfahrungen über die Flagellaten mitgetheilt hat, während die wichtigere Fortsetzung seiner Studien erst im Jahre 1854 erschien. Focke's Forschungen über unsre Gruppe waren gerade keine sehr ausgedehnten, doch widmete er einigen Formen ein ziemlich eingehendes Studium. Obgleich er sich in seiner allgemeinen Auffassung unsrer Wesen innigst an Ehrenberg anschloss, richtete er doch eine nicht ungerechtfertigte Kritik gegen die systematische Unsicherheit der Monadinenfamilie Ehrenberg's und speciell gegen die zahlreichen Ehrenberg'schen Arten der Gattung Monas. Auch wies er die Unhaltbarkeit einiger weiterer Gattungen Ehrenberg's nach. Durch eigene Untersuchungen förderte er hauptsächlich das bessere Verständniss einiger Volvocineen (speciell der Gattungen Gonium und Pandorina) und verschärfte in mancher Hinsicht die Vorstellungen über die Organisation der Gattung Euglena und der nächstverwandten Phacus. Bei Chlamydomonas beobachtete er zuerst die contractilen Vacuolen. Schwer verständlich sind seine seltsamen und irrthümlichen Ansichten über die grosse Veränderungsfähigkeit, welche er den Euglenen zuschrieb, indem er eine ganze Anzahl verschiedener Arten dieses Geschlechts als Modificationen einer und derselben Grundform nachzuweisen suchte.

In den drei Decennien, welche auf das Erscheinen des Perty'schen Buches folgten, blieb die Flagellatenforschung im Allgemeinen sehr zurück. Nur die Kenntniss der Volvocineen und Verwandten, deren sich ja die Botaniker mit Eifer bemächtigt hatten, erfuhr unter deren Händen sehr wesentliche Förderung. Ausserdem waren es im Allgemeinen nur gewisse, durch besondre Eigenthümlichkeiten, wie Parasitismus etc. interessante Formen, welchen die Aufmerksamkeit sich zulenkte. Es hing dies jedenfalls innigst zusammen mit der Unsicherheit der Stellung, welche unsre Formen zwischen den beiden organischen Reichen allmählich erlangt hatten und weiterhin mit der falschen Annahme, dass die grössre Mehrzahl derselben wohl gar keine selbstständigen Formen, sondern nur vorübergehende Entwicklungsstadien niederer Pflanzen seien. Erst gegen die zweite Hälfte der 70er Jahre machte sich allmählich das Bedürfniss geltend, die grosse Zahl der meist sehr unsicher erkannten Formen erneuter Untersuchung zu unterwerfen und dieses Bedürfniss fand dann seinen würdigen Ausdruck in dem grossen und umfassenden Werk Friedrichs von Stein, das auf immer einen Markstein in der Geschichte unsrer Abtheilung bilden wird.

Ueberschauen wir in gedrängter Kürze die hauptsächlichsten Leistungen zwischen Perty und Stein, so dürften wir zunächst unsre Aufmerksamkeit den Fortschritten auf dem Gebiet der Volvocinen zuzulenken haben. Mit der Gattung Volvox selbst beschäftigten sich zunächst in ziemlich eingehender Weise zwei englische Beobachter, Williamson (1851 u. 54, Nr. 71, u. 78) und Busk (1853, 77), welche beide die schon früher ausgesprochne An-

sicht über ihre vegetabilische Natur zu der ihrigen machten. Weiterhin schritten sie auf dem von Laurent eröffneten Weg fort, indem sie sämmtliche von Ehrenberg unterschiednen Volvoxarten für Modificationen einer und derselben Species erklären wollten, worin sie entschieden zu weit gingen. Sehr wichtig war dagegen der von Busk gelieferte Nachweis, dass Ehrenberg's Gattung Sphaerosira gleichfalls zu Volvox gehöre. Zwar blieb ihm noch die wahre Beziehung dieser Sphaerosira zu Volvox verborgen: dass dieselben nämlich die männlichen Individuen einer gewissen Volvoxart darstellte; dagegen beobachtete er zuerst die Entwicklung der Spermatozoidienhaufen näher, hielt sie aber für Tochterstöcke und den ganzen Vorgang also der gewöhnlichen Fortpflanzung des Volvox vergleichbar. Bemerkenswerth erscheint, dass Busk zuerst die contractile Vacuole der Volvoxzellen sicher nachwies, welche Beobachtung dann zuerst Claparède und Lachmann bestätigten (104).

Williamson's Hauptverdienst besteht in einer genaueren Untersuchung der Zusammensetzung der Volvoxkugeln. Er wies zuerst nach, dass jede Zelle in eine besondere weitabstehende und dicke Hülle eingelagert sei, und dass alle diese Hüllen in ihrer Zusammenlagerung eine sehr charakteristische hexagonale Zeichnung auf der Volvoxkugel hervorrufen.

Knüpfen wir an diese Untersuchungen der beiden englischen Forscher gleich die Bemerkung an, dass sich auch Fr. Stein etwa um dieselbe Zeit mit Untersuchungen über Volvox beschäftigte und als Frucht seiner Bemühungen 1854 (83) die wichtige Mittheilung machen konnte, dass sich, im Gegensatz zu den Resultaten der englischen Forscher, zwei sichere Arten unterscheiden liessen. In der gleichen Arbeit konnte Stein auch noch über die Fortpflanzung einiger verwandter Flagellaten (Chlorogonium und Spondylomorum) berichten.

Wie wir von früher wissen, hatte Cohn durch seine Arbeit über Haematococcus schon mit Erfolg das Gebiet der Flagellaten betreten; jetzt wandte auch er sich der Erforschung der eigentlichen Volvocineen zu und eröffnete die Reihe seiner wichtigen Arbeiten mit der Schilderung einer neuen und sehr interessanten Form, der Stephanosphaera pluvialis (1853, 81). Vier Jahre später (101) konnte er in Gemeinschaft mit Wichura die Kenntniss dieser Gattung weiter vervollständigen.

Von viel grösserer Bedeutung jedoch erscheint es, dass Cohn im Jahre 1856 (91) zuerst das richtige Verständniss für die Fortpflanzungserscheinungen der Gattung Volvox eröffnete. Zwar lagen die thatsächlichen Materialien zur Feststellung der geschlechtlichen Fortpflanzung des Volvox ziemlich ausreichend vor, wie wir schon gesehen, es bedurfte jedoch zu ihrer richtigen Würdigung eines genialen verbindenden Blicks und diesen besass Cohn. Doch waren auch eigene Untersuchungen nöthig, um die Bedeutung der Spermatozoën etc. festzustellen. Als Resultat der Cohn'schen Bestrebungen ging hervor, dass sich Volvox gewöhnlich parthogenetisch fortpflanze, dass jedoch hierauf geschlechtliche Vermehrung

eintrete und zwar liessen sich zwei Species unterscheiden, eine getrennt geschlechtliche und eine hermaphroditische, welche beide mit den schon von Stein unterschiednen zusammenfielen. Dagegen gelang es damals noch nicht, die Weiterentwicklung der befruchteten Eier festzustellen.

Carter (106) bestätigte im Jahre 1859 die Erfahrungen über die geschlechtliche Fortpflanzung des Volvox im Allgemeinen und konnte auch in Bombay eine monöcische und eine diöcische Art nachweisen. Nur in einem Punkt gelangte er erheblich weiter wie Cohn, indem er zuerst die Entstehung der geschlechtlichen Generation in der ungeschlechtlichen genauer ermittelte.

Verhältnissmässig spät nach seiner Begründung der Fortpflanzungslehre des Volvox schritt Cohn 1875 (147) nochmals zu einer Zusammenfassung eigner und fremder Erfahrungen über diesen Gegenstand, ohne dieselben jedoch in irgend welchen principiell wichtigen Theilen zu verändern.

Auch die Kenntniss nächstverwandter Volvocineen hatte in der Zwischenzeit von verschiedner Seite nicht unerhebliche Förderung erfahren.

Zunächst beschäftigte sich Cohn 1854 (86) mit einer sehr gründlichen Erforschung der Gattung Gonium, ohne dass jedoch das Studium dieser Form zu ähnlichen, allgemein wichtigen Resultaten geführt hätte, wie das von Volvox. Natürlich zweifelte Cohn nicht an der vegetabilischen Natur dieser Gattung, worin ihn auch ihre contractilen Vacuolen, die er entdeckte, nicht irre machten. Auch Fresenius beschäftigte sich im Jahre 1856 (98) mit dieser Gattung und der verwandten Pandorina, deren Organisation er genauer ermittelte als dies vor ihm geschehen war. Wir vervollständigen unsre historischen Bemerkungen über die Gattung Gonium gleich durch die Notiz, dass Warming und Cohn gleichzeitig im Jahre 1876 (156 und 162) die schon von Dujardin beobachtete vierzellige Goniumart (G. sociale) wiederfanden und eingehend studirten.

Besonders wichtige Aufschlüsse über die mit Volvox zunächst verwandte Gattung Eudorina konnte Carter im Jahre 1858 (105) veröffentlichen und darin nachweisen, dass sich bei dieser Gattung eine geschlechtliche Fortpflanzung findet, welche der von Volvox direct vergleichbar ist. Im Jahre 1859 (106) vervollständigte er seine Beobachtungen noch weiter, ohne jedoch eine ziemliche Zahl zweifelhafter Punkte vollständig zu lösen, welche theils durch Vermischung der beiden Gattungen Pandorina und Eudorina, theils durch eine Anzahl nicht sicher aufgeklärter Beobachtungen hervorgerufen wurden. Erst 1875 gelang es dann Goroshankin (154), die geschlechtliche Fortpflanzung der Eudorina wieder eingehend zu studiren und unsre Kenntniss wesentlich zu vervollständigen.

Einen besonders wichtigen Beitrag zur Fortpflanzungsgeschichte der Volvocineen verdanken wir Pringsheim, welcher im Jahre 1869 nachwies, dass auch im Leben der Pandorina geschlechtliche Fortpflanzung auftrete, jedoch in viel primitiverer Weise als bei den Gattungen Volvox und Eudorina, indem die sich copulirenden Zellen der Pandorina noch

nicht die scharfe Differenzirung in Spermatozoën und Eizellen zeigen, sondern im wesentlichen freigewordne, übereinstimmend gestaltete Schwärmzellen darstellen. Auch die allgemeine Organisation, sowie die ungeschlechtliche Vermehrung von Pandorina studirte Pringsheim genauer. Der Vorgang der geschlechtlichen Fortpflanzung der Pandorina vermittelte dann die Verknüpfung mit den entsprechenden Erscheinungen verwandter, nicht koloniebildender Formen, welche theils schon früher, theils später aufgefunden wurden, derjenigen Formen nämlich, welche sich um die Gattungen Chlamydomonas und Haematococcus gruppiren. Die Vermehrung, welche unsre Kenntniss dieser Formen in der Zwischenzeit erfahren hatte, muss uns jetzt noch kurze Zeit beschäftigen.

Die mit Chlamydomonas sehr nahe verwandte Gattung Polytoma untersuchte Ant. Schneider im Jahre 1854 (84) genauer; auch Cohn (86) beschäftigte sich gleichzeitig mit diesem Wesen und wollte es sogar direct zu Chlamydomonas ziehen. In ähnlicher Weise förderte Schneider auch die Kenntniss der Gattung Chilomonas und lieferte Beiträge zur Fortpflanzungsgeschichte des Chlorogonium, dessen Ruhezustände er zuerst auffand.

Mit der Vermehrung des Chlamydomonas im ruhenden Zustand beschäftigte sich Fresenius in den Jahren 1856 und 1858 (98, 102). Die ersten Erfahrungen über einen geschlechtlichen Fortpflanzungsprocess bei einem nahe verwandten Organismus machte im Jahre 1858 (105) der unermüdliche Carter, welcher gleichzeitig auch die Vermehrung von Chlamydomonas einer erneuten Untersuchung unterwarf. Die Form, bei welcher Carter eine geschlechtliche Fortpflanzung sehr wahrscheinlich machte, war der schon Ehrenberg bekannte Phacotus lenticularis. Es gelang Carter hier die Bildung zahlreicher sehr kleiner Sprösslinge, sogen. Mikrogonidien, zu beobachten, deren copulative Vereinigung mit weiblichen Sprösslingen, welche durch Zerfall andrer Individuen in eine geringe Zahl von Theilproducten entstanden, sehr wahrscheinlich gemacht wurde.

Auf Grund dieser Erfahrung, sowie bei Berücksichtigung der Ergebnisse über die geschlechtliche Fortpflanzung von Volvox, musste sich natürlich die Vermuthung aufdrängen, dass auch die bei Haematococcus beobachtete Mikrogonidienbildung eine Bildung männlicher Schwärmzellen darstelle. Diese einst von Pringsheim geäusserte Ansicht liess sich nicht feststellen, dagegen zeigte es sich in den 70er Jahren, dass wenigstens bei Chlamydomonas und der nahe verwandten Gattung Carteria (Tetraselmis) Mikrogonidienbildung die geschlechtliche Fortpflanzung einleite, indem dieselbe durch Copulation solcher Mikrogonidien geschehe. Für die Gattung Carteria vermochte dies Rostafinski im Jahre 1871 (137) zu zeigen, später 1873, 1876 (157) erwies Reinhardt dieselbe Fortpflanzungserscheinung bei dem Chlamydomonas pulvisculus und Goroshankin (154) untersuchte bei dieser wie verwandten Form denselben Vorgang sehr eingehend.

Auch noch von anderer Seite hatte man sich bemüht, das Vorkommen von Copulationserscheinungen bei den Gattungen Chlamydomonas und Haematococcus nachzuweisen. Für die letztere Gattung versuchte dies schon Velten im Jahre 1871 (136), für die erstere Ant. Schneider 1878 (164), doch sind die Beobachtungen beider Forscher nicht gut mit denen der früher erwähnten in Einklang zu setzen, und die Velten's bezogen sich wohl sicher nicht auf wirkliche Copulationszustände.

Zur Vervollständigung unserer historischen Uebersicht über diese Vorgänge fügen wir hier gleich zu, dass in neuester Zeit (1882, 195—96) die geschlechtliche Fortpflanzung gleichfalls durch einen russischen Forscher, Krassilstschik, für die nahe verwandten Gattungen Polytoma und Chlorogonium erwiesen wurde. Nach einer andern Richtung verfolgte Cienkowsky im Jahre 1865 (118) die Gattungen Chlamydomonas und Haematococcus, indem er sich darzulegen bemühte, dass dieselben durch eigenthümliche Modificationen ihrer Theilung im ruhenden Zustand Entwicklungsformen darzubieten vermöchten, welche sich gewissen Palmellaceen aufs innigste anschlössen, so dass es nicht nur gerechtfertigt erscheine, sie zu dieser Gruppe der Algen zu ziehen, sondern sie seien auch geradezu mit gewissen Gattungen derselben zu vereinigen. Auch durch eingehenderes Studium einiger hierhergehöriger Formen brachte diese Arbeit Vermehrung unsres Wissens. Im Jahre 1870 (134) suchte Cienkowsky dieselben Beziehungen auch noch bei zwei weiteren Flagellatenformen nachzuweisen, einer Cryptomonas und der Chlamydomonade Vacuolaria, indem er auch bei ihnen den Palmellaceen ähnliche Entwicklungsstadien auffand. Auch die Entwicklungsgeschichte des von Ehrenberg zuerst gefundnen sogen. Colacium stentorinum (= Chlorangium St.) studirte er näher und suchte auch diesem eine Stellung bei der erwähnten Algengruppe zuzuertheilen.

Wenden wir uns nun zu einer kurzen Aufzählung der Fortschritte auf andern Flagellatengebieten, so müssen wir wieder zurückgreifen in den Anfang der fünfziger Jahre. Cohn beschäftigte sich nämlich in seiner im Jahre 1854 erschienenen Arbeit (86) auch eingehend mit der Flagellatengattung Antophysa.

Auch die parasitischen Flagellaten erregten das Interesse einer Reihe von Beobachtern. Scanzoni und Kölliker studirten 1855 (89) die Trichomonas vaginalis des Menschen näher, welcher später auch Hausmann (1870, 130) und Hennig (1870, 133) ihre Aufmerksamkeit zuwandten. Davaine (1854, 88) hatte zuerst auf das Vorkommen von Monaden im Darmkanal des Menschen aufmerksam gemacht, denen sich 1855 und 59 auch Mittheilungen von Hassal*) über das Vorkommen von Flagellaten im Urin zugesellten. Namentlich die Flagellaten des menschlichen Darmkanals nahmen weiterhin die Aufmerksamkeit zahlreicher Forscher in Anspruch; so beschäftigte sich mit diesem Gegenstand im Jahre 1859 und 60 Lambl (108—9), der auch noch späterhin im Jahre 1875 (155) neue

*) General Board of healths. London 1855, p. 293. The Lancet Novb. 1859.

Beobachtungen hinzufügte. Ueber ähnliche Fälle berichteten Eckekrantz (1869), Tham (1870), Marchand (1875) und Zencker (1878).

Auch das schon früher erwähnte parasitische flagellatenartige Trypanosoma fand neue Beobachter. Zunächst konnte Eberth 1861 (110) nachweisen, dass auch im Darm gewisser Vögel ein ähnlicher Organismus häufig vorkomme. Später 1871 (135) widmete Ray Lankester dem Trypanosoma des Froschblutes seine Aufmerksamkeit; auch Rättig studirte 1875 (150) diese Form, ohne ihre Kenntniss wesentlich zu fördern. In neuester Zeit (1883, 201) erhielten wir, wie hier gleich bemerkt werden mag, durch Mitrophanow genauere Mittheilungen über die Trypanosomen gewisser Fische und Certes (1882, 189) vermochte eine hierhergehörige Form im Darm der Auster nachzuweisen. Parasitische Flagellaten aus Insecten erwähnte Leydig 1859. Einen Versuch das über die parasitischen Flagellaten bekannte zusammenzufassen, machte Davaine 1875 (152). Um den historischen Ueberblick über dieses Gebiet der Flagellatenforschung zu beschliessen, sei hier gleich bemerkt, dass auch Stein in seinem grossen Flagellatenwerk deren Kenntniss erheblich förderte und später 1879 (172) Lewis, 1880 Cuningham (183) und 1882 namentlich Grassi (193) zu deren Kenntniss beitrugen; der letztere studirte eine ziemliche Anzahl der bei Thieren wie Menschen sich findenden Formen eingehender.

Indem wir wieder zu den freilebenden Flagellatenformen zurückkehren, wollen wir zunächst einen Blick auf bis jetzt noch nicht besprochene Leistungen des schon mehrfach erwähnten englischen Forschers Carter werfen. Gelegentlich seiner Studien der Infusorienwelt Bombay's untersuchte derselbe 1856 und 57 (100) namentlich die Euglenen und ihre nächsten Verwandten genauer. Aus diesen Studien zog er zunächst das Resultat, dass diese Formen in das Pflanzenreich zu verweisen seien. Ihre Organisation erkannte er in mancher Hinsicht besser, namentlich ermittelte er zuerst sicher die Existenz einer contractilen Vacuole und suchte das Vorkommen eines Copulationsprocesses wahrscheinlich zu machen. Viel Mühe verwendete er auf den Nachweis einer Fortpflanzung durch innere Keime oder Eier, ohne jedoch zu einem überzeugenden Resultat zu gelangen und indem er entschiedene Missgriffe beging, da er wenigstens bei einem Theil der Euglenen die Paramylonkörnchen für Eier erklärte. Andrerseits liess er sich auch sicher durch parasitische Eindringlinge irre führen. Weitere Beiträge zur Kenntniss der Euglenen lieferte unser Beobachter noch im Jahre 1869 (130), wo er eine Form mit sehr interessanter Cystenbildung beschrieb und sich auch mit Spondylomorum näher beschäftigte, dem er in sehr irriger Weise nähere Beziehungen zu Euglena und Pandorina zuschrieb. Sehr gut studirte Carter 1856 die Peranema trichophorum (seine Astasia limpida), deren Schlund, Kern und contractile Vacuole er wohl erkannte. Nach diesen Befunden beurtheilte er denn diese Form als ein entschieden thierisches Infusor. Auf verschiedene neue Formen, mit welchen Carter im Laufe seiner Untersuchungen

die Zahl der Flagellaten bereicherte, ist hier nicht der Ort näher einzugehen.

Auch Fresenius war noch weiterhin auf unsrem Gebiet thätig, indem er 1858 (102) einige Formen, worunter sehr wahrscheinlich die also von ihm zuerst gesehene Gattung Spongomonas, studirte und später 1865 (119) noch die interessante marine Gattung Oxyrrhis wiederfand, welche auch Cohn (122) ein Jahr später beschrieb.

Die bekannten Infusorienforscher Claparède und Lachmann wendeten in ihrem grossen Werk (1858—61, 104) nur vorübergehend ihre Aufmerksamkeit den Flagellaten zu, doch überzeugten sie sich von der Nahrungsaufnahme gewisser Formen und sahen den Schlund bei Peranema.

Ganz besondere Verdienste erwarb sich der schon früher erwähnte Cienkowsky um die Erforschung der Lebens- und Fortpflanzungsgeschichte einer Reihe einfacherer Flagellatenformen. Er eröffnete seine Untersuchungen im Jahre 1856 (95) mit Studien über eine sehr interessante Form, welche er später Monas Amyli nannte (die ich jedoch für wahrscheinlich identisch mit dem Bodo angustatus Duj. sp. [= Bodo gracilis St.] halte). Cienkowsky sah diese Form unter so eigenthümlichen Verhältnissen sich entwickeln, dass er zu der Ansicht gelangte, sie entstehe durch generatio primaria aus den Stärkekörnern der Kartoffelzellen. Noch in demselben Jahr beschäftigte sich auch Regel (106) mit diesem Gegenstand, ohne jedoch wesentlich weiter zu kommen, indem auch er noch daran festhielt, dass unsre Flagellate direct durch Umwandlung der Stärkekörner ihren Ursprung nähme. Erst 1859 (107) gelang es Cienkowsky, die Irrigkeit seiner ursprünglichen Ansicht zu erweisen, und die Lebens- und Fortpflanzungsgeschichte des Bodo angustatus damit sicher festzustellen; endlich führte er im Jahre 1865 (115) diese Untersuchung noch weiter aus und berichtete gleichzeitig über die Lebens- und Fortpflanzungsgeschichte einiger weiterer Formen. Darunter erregte namentlich eine grösseres Interesse, die C. jetzt zu einer besondern Gattung Pseudospora erhob und welche er schon früher 1858 (103) und 59 (107) eingehender studirt hatte. Dieselbe dringt in die Zellen verschiedener Fadenalgen ein und lebt hier parasitisch. Schon früher hatten sie verschiedene Beobachter parasitirend in Algen beobachtet, so Pringsheim 1852, Carter 1856 (99), Cohn 1856 (92) und gewöhnlich irrthümlich als eine Art Schwärmsporenbildung (sogen. Pseudogonidien Pringsheim's) beschrieben. Cienkowsky schilderte gleichzeitig noch zwei ähnliche parasitirende Formen seines Geschlechtes Pseudospora. Eine derselben hatte schon früher Hicks (1862, 111) in ihrem amöbenartigen Zustand im Volvox aufgefunden, jedoch ihre parasitische Natur nicht erkannt. Besonders eingehend stellte C. 1865 noch die Lebens- und Fortpflanzungsgeschichte des Bodo caudatus Duj. sp. (seiner Colpodella pugnax) dar und theilte gleichzeitig noch Erfahrungen über mehrere andere Formen mit. Als Resultat dieser Untersuchungen ergab sich, dass die erwähnten

Flagellaten häufig in einen geisscllosen amöboiden Zustand übergehen, dass sie z. Th. in diesem Zustand copulirend verschmelzen können und zweierlei ruhende Zustände zu bilden im Stande sind; einen sogen. Zellzustand, der zur Vermehrung der Art durch Inhaltstheilung führt und einen sogen. Cystenzustand (Dauerzustand), der zu einer längeren Ruhe bestimmt scheint. Cienkowsky zog weiterhin aus seinen Untersuchungen den Schluss, dass seine Monadinen, zu welchen er jedoch auch gewisse Heliozoën (wie Vampyrella und Nuclearia) rechnete, thierischer Natur seien und da sie einerseits zu den Myxomyceten, andrerseits zu den Rhizopoden hinneigten, den Uebergang zwischen den beiden Reichen vermittelten.

Im Jahre 1870 konnte er unser Wissen von den Flagellaten durch die genaue Schilderung einer zuerst von Fresenius entdeckten Form der Spongomonadinen, der Gattung Spongomonas (Phalansterium Cienk. pr. p.) ansehnlich erweitern. Sehr wichtig war weiterhin die gleichzeitig gegebene genaue Schilderung der Monas guttula Ehrbg. (seine Spumella vulgaris), deren Nahrungsaufnahme und Encystirung er vorzüglich darstellte; einen ähnlichen Encystirungsprocess entdeckte er auch bei der neubeschriebnen Gattung Chromulina.

Im Jahre 1876 (159) berichtete Cienkowsky noch über eine jener interessanten Mittelformen zwischen Sarkodinen und Flagellaten, wodurch seine soeben mitgetheilte Ansicht über die nahen verwandtschaftlichen Beziehungen dieser Abtheilungen eine erneute Bestätigung erhielt. Die Kenntniss dieser für die Beziehung der beiden Protozoëngruppen so wichtigen Mittelformen war jedoch schon durch frühere Untersuchungen angebahnt worden. Schon Dujardin hatte auf die amöboiden Gestaltsänderungen gewisser Monadinen hingewiesen. Eine mit einer Geissel ausgerüstete Amöbe hatte Carter 1864 (117a) beschrieben; eine sehr ähnliche schilderte dann F. E. Schulze im Jahre 1875 (149) näher, und schon 1869 (129) hatte auch Tatem auf die Existenz derartiger Formen aufmerksam gemacht, suchte sie jedoch in den Entwicklungskreis der gewöhnlichen Amöben zu ziehen. Eine der Cienkowsky'schen sehr ähnliche, wenn nicht damit identische Form hatte derselbe englische Forscher schon 1872 (140) beobachtet, doch für einen Schwärmzustand der Actinophrys gehalten. Beiträge zur weiteren Kenntniss dieser Rhizomastigoda finden wir weiterhin in den Arbeiten von Frommentel (1874), Bütschli (1878), Stein (1878), S. Kent (1880) und Gruber (1881).

Einige vorzügliche Beiträge zur genaueren Kenntniss gewisser Flagellatenformen verdanken wir dem amerikanischen Forscher James-Clark, dessen im Jahre 1867 (125) erschienene wichtige Arbeit zwar ihren Schwerpunkt in der Schilderung der Choanoflagellata findet. Doch untersuchte er auch einige Flagellaten sehr genau, so die Gattungen Oikomonas, Anthophysa, Peranema und Anisonema, zu welchen er noch die zwei neuen, sehr interessanten Gattungen Bicosoeca und Codonoeca, sowie die in ihrer Stellung etwas unsichere, jedoch höchst interessante

Heteromastix hinzufügen konnte. Die Untersuchungen von James-Clark gehören zu den besten, welche auf diesem Gebiet ausgeführt worden sind, und die in späterer Zeit zu erneuter Thätigkeit erwachte Flagellatenforschung verdankt jedenfalls im erheblichen Maasse seinen Arbeiten ihre Anregung.

Auch der bekannte Protozoënforscher Archer beschäftigte sich gelegentlich mit einigen Flagellaten, so verdanken wir ihm Beiträge zur Kenntniss der Gattungen Anthophysa (120), Anisonema (1872, 141), einer chlamydomonasähnlichen Form (1872, 142), Vacuolaria (1880) und Trachelomonas (1880).

Vor dem grossen Stein'schen Flagellatenwerk wurden, wie schon erwähnt, kaum Versuche einer umfassenderen Behandlung unsrer Gruppe gemacht; dennoch dürfen wir hier zwei derartige Unternehmen nicht übergehen, welche aber beide wenig erfolgreich waren. Im Jahre 1866 suchte Diesing in seiner Revision der Prothelminthen auch das System der Flagellaten zusammenzufassen und zu revidiren. Da jedoch eigene Anschauung der Formen dem Verfasser sonder Zweifel ganz abging, so erhob sich seine Arbeit nicht über den Werth einer Compilation von zum Theil sehr geringem Verständniss. Im Jahre 1874 schilderte Frommentel in seiner ausgedehnten Arbeit über die „Microzoaires" auch die zahlreichen von ihm beobachteten Flagellaten; doch sind seine Untersuchungen und Darstellungen so wenig auf der Höhe seiner Zeit, dass wir hier auf eine genauere Erörterung derselben verzichten dürfen. Wenn er auch einiges Neue sah, so kann doch seine Arbeit nicht als eine Förderung unsres Gegenstands bezeichnet werden.

Noch in die Zeit vor Stein fallen im wesentlichen auch die bemerkenswerthen Arbeiten zweier englischer Mikroskopiker Dallinger und Drysdale (1873—1875, 1878 u. 1880). Dieselben hatten sich die Aufgabe gestellt, die Lebensgeschichte einiger Flagellaten fauliger Infusionen möglichst genau zu erforschen. Obwohl die erzielten Resultate nicht mehr in unsern historischen Bericht gehören, scheint es doch rathsam, an dieser Stelle gleich einige Bemerkungen über den Charakter ihrer Arbeiten beizufügen. Die von ihnen gegebnen Lebens- und Fortpflanzungsgeschichten zeichnen sich durch grosse Vollständigkeit und Bestimmtheit der Darstellung aus. Die gefundenen Fortpflanzungserscheinungen lassen sich im Allgemeinen denen anreihen, welche schon Cienkowsky früher kennen lehrte. Bei gewissen Formen gehen jedoch unsre Forscher bis zur Annahme so kleiner Keime oder Sporen, dass die heutigen optischen Hülfsmittel zu deren Wahrnehmung nicht mehr ausreichen.

Da nun aber mancherlei in ihren Darstellungen sich auf Grund anderweitiger Erfahrungen als positiv unrichtig nachweisen lässt, wie wir später sehen werden, und andrerseits auch die beiden englischen Forscher in der Deutung mancher Organisationsverhältnisse der untersuchten Formen eine merkwürdige Unkenntniss verrathen, sowie es verschmäht haben, die Arbeiten andrer Beobachter auf diesem Gebiet auch nur im Geringsten zu

berücksichtigen, so scheint es geboten, manche der so positiven Angaben unsrer beiden Forscher zunächst mit einer gewissen Reserve zu betrachten, bis eine genauere Nachuntersuchung ihre Berechtigung aufgeklärt hat.

Unter den biologischen Erfahrungen unsrer Forscher sind namentlich diejenigen über die Widerstandsfähigkeit der Keime gegen die Wirkung erhöhter Temperatur von besondrem Interesse, worüber Dallinger im Jahre 1880 noch eine besondre, eingehende Arbeit veröffentlichte, deren Resultate mir jedoch aus den schon oben namhaft gemachten Gründen einer Controle bedürftig erscheinen.

Um unsre Uebersicht der vorstein'schen Epoche der Flagellatenforschung zu vervollständigen, wäre hier noch nachzutragen, dass Häckel im Jahre 1870 einen eigenthümlichen marinen Organismus, die sogen. Magosphaera entdeckte*), der er nahe Beziehungen zu den Volvocineen zuschrieb, obgleich er es vorzog, eine besondre Gruppe der Catallacten seiner Protisten zur Aufnahme dieser Form zu errichten. Dieser in seiner Stellung bis jetzt noch zweifelhafte Organismus gab dann später mehrfach Veranlassung, echte und sichere Flagellaten, wie die Gattungen Synura und Uroglena zu dieser Gruppe hinzuziehen zu wollen, namentlich suchte dies Grimm 1872 und 73 durchzuführen, indem er einen der Magosphaera ähnlichen Entwicklungsgang auch bei diesen beiden Gattungen nachweisen wollte.

Kurz vor das Erscheinen der Stein'schen Flagellaten fällt eine Arbeit Bütschli's über eine Reihe hierhergehöriger Formen (1878, 171). Das Bedürfniss nach einem genaueren Verständniss der Organisation unsrer Gruppe hatte diese Arbeit, welche noch weiter ausgedehnt werden sollte, hervorgerufen. Sie sucht daher auch wesentlich die Bauverhältnisse der studirten Formen genauer zu ermitteln.

Ende des Jahres 1878 publicirte Stein den 1. Band seines umfassenden Flagellatenwerkes, an dem er mehrere Jahre andauernd gearbeitet hatte. Leider liegt auch bis heute nur dieser 1. Band vor, der die äusserst eingehende geschichtliche Einleitung (jedoch ebenfalls nur deren erste Hälfte etwa) und die Tafeln brachte. Aus diesen und den zahlreichen in die historische Besprechung eingestreuten Bemerkungen ergibt sich jedoch auch schon Vieles über des Verfassers Ansichten. Das Werk wird wegen des Reichthums der geschilderten und vorzüglich illustrirten Formen, wie wegen der anerkannten Genauigkeit der Stein'schen Untersuchungen stets als ein grundlegendes bezeichnet werden müssen. Wir dürfen daher wohl mit Recht eine neue Epoche der Flagellatenforschung mit seinem Erscheinen beginnen lassen, eine Epoche, deren weitere Entwicklung erst die Zukunft bringen soll. Der reiche Inhalt des Stein'schen Werkes wird späterhin seine Darstellung finden; hier wollen wir nur weniges über den Um-

*) Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Nat. VI. 1871.

fang, welchen Stein seinen Flagellaten gibt, bemerken. Für Stein gelten alle diejenigen Formen als thierische Flagellaten, die mit dem Besitz von Geisseln das Vorhandensein eines Kernes und contractiler Vacuolen verbinden. Daher sind ihm auch alle Volvocineen, welche, wie früher gezeigt wurde, die Botaniker seit längerer Zeit für sich beanspruchten, echt thierische Formen. Die Gegenwart dieser beiden Organisationsbestandtheile glaubt er als entscheidende Kriterien der thierischen Natur, gegenüber den nächststehenden einzelligen Pflanzen und den Schwärmsporen der Algen, auffassen zu dürfen. Dabei hatte er übersehen, dass gerade bei den Schwärmsporen gewisser Algen contractile Vacuole wie Kern schon früher beobachtet worden waren, womit diese künstliche Grenze der beiden organischen Reihen eigentlich hinfällig war, bevor sie aufgestellt wurde. Auf diesen schwachen Punkt der Stein'schen Flagellatenbegrenzung wiesen dann auch schon 1879 Maupas (175) und G. Entz hin.

In der kurzen Zeit, welche seit dem Erscheinen des 1. Bandes der Stein'schen Flagellaten verflossen ist, sind nichtsdestoweniger einige wichtige Arbeiten über unsre Gruppe publicirt worden. Mereschkowsky studirte 1879 (174) eine Reihe Formen des nördlichen Russlands und im Jahre 1880 begann S. Kent die Publication seines umfangreichen Werkes „A manual of infusoria". Dasselbe stellte sich die Aufgabe, eine umfassende Darstellung sämmtlicher beschriebner Mastigophoren und Infusorien zu geben. Obgleich daher vielfach nur Compilation, hat der Verfasser doch seit einer Reihe von Jahren die Flagellaten auch selbst studirt und daher umschliesst seine Arbeit auch eine reiche Fülle eigner Studien und Beobachtungen.

Da dieselben im speciellen Theil zur Betrachtung gelangen müssen, so sei hier nur unser Urtheil über die Gesammtbedeutung des Werkes hervorgehoben. Kent's werthvolle Bestrebungen werden leider z. Th. etwas beeinträchtigt durch einen Mangel an Kritik der zu verwerthenden Arbeiten. Dieser Mangel an kritischer Beurtheilung seiner Vorgänger lässt der Vermuthung Raum, dass er auch z. Th. gegen seine eignen Untersuchungen nicht so kritisch vorgegangen ist, wie wünschenswerth gewesen wäre.

Der neuesten Zeit gehören einige Arbeiten von J. Künstler an (190—92), dessen Untersuchungen über einige Flagellaten ihn zu Vorstellungen über die Bauweise derselben führten, die von denen der übrigen Forscher sehr abweichen. Nach Künstler's Untersuchungen, deren Hauptergebnisse späterer Darstellung vorbehalten bleiben müssen, wäre die Organisation unsrer Wesen bei weitem nicht so einfach, wie sie seither gefunden wurde; auch wäre es hiernach nicht wohl möglich, den Bau derselben auf das Schema einer einfachen Zelle zurückzuführen, wie dies seit langer Zeit gerade für die Flagellaten erwiesen und festgehalten worden ist.

Eine zusammenfassende Uebersicht über die Fortpflanzungs- und Entwicklungserscheinungen der Mastigophoren überhaupt veröffentlichte

neuerdings Balbiani (199). G. Klebs (206) erforschte die umfangreiche Gruppe der Eugleninen sehr eingehend und seine Untersuchungen werden uns daher im Folgenden vielfach beschäftigen*).

Unsre heutigen Kenntnisse der Gruppe der Flagellaten sind, wie aus der leider sehr angeschwollnen historischen Uebersicht hervorgeht, ziemlich umfangreiche geworden; dennoch lassen noch sehr zahlreiche Organisations- und namentlich Fortpflanzungsverhältnisse eine genauere Aufklärung dringend wünschen. Dies ist um so mehr der Fall, da die Abtheilung der Flagellaten und die gesammte Klasse der Mastigophora überhaupt, hinsichtlich der nahen Beziehungen zwischen den beiden organischen Reihen, wie rücksichtlich der Verwandtschaftsverhältnisse der Protozoënklassen unter einander, ohne Zweifel eine ganz besondere Bedeutung besitzen.

2. Literatur**).

1. **Harris, S.,** Some microscopical observations of vast numbers of Animalcula seen in Water. Philosophical Transactions Vol. 19. f. the y. 1695—97, p. 254—259 (Euglena).
2. **Leeuwenhoek, A. v.,** Epistolae ad societat. regiam anglicam seu continuatio mir. Arcanorum Naturae detectorum. Lugd. Batavorum 1719. (Opera omnia T. III.) Epistola 122. pag. 149—154. Figg. (Volvox).
   ——— ibid. Epist. 144. pag. 381—94 (Haematococcus).
   ——— Opera omnia T. IV. Epistolae physiologicae p. 284—85 (Polytoma).
3. **Baker, H.,** Beiträge zum nützl. u. vergn. Gebrauch u. Verbesser. des Microscopii etc. (ins Deutsche übers.). Augsburg 1754. (Volvox p. 420).
4. **Geer, C. de,** Beskrifning of Klot-Masken. Vetensk. Acad. Handling. XXII. 1761. p. 111 bis 116. Taf. III. (Volvox).
5. **Wrisberg, H. A.,** Observ. de animalcul. infusor. satura. Göttingen 1765.
6. ***Müller, O. F.,** Vermium terrestr. et fluviatil. seu animal. infusorior. etc. historia. Havniae et Lipsiae 1773.
7. **Goeze, J. A. E.,** Bonnet's kleine Abhandlungen zur Insectologie. 1773, nebst einer Nachlese 1774 (Gonium).
8. **Schrank, Fr. Paula von,** Beiträge zur Naturgeschichte 1776 (Gonium und Volvox).
9. **Spallanzani, L.,** Opuscules physiologiques anim. et végét., tr. de l'ital. p. J. Senebier et augm. etc. 2 Vols. 6 pl.
10. **Eichhorn, J. C.,** Beiträge zur Naturgesch. der kleinst. Wasserthiere. Berlin und Stettin 1781 (Volvox p. 26, grüne Monaden p. 73).
11. **Müller, O. F.,** (Kongl. svensk vetenskabs Akademien nya Handlingar II. p. 12. Taf. 1). Kleine Schriften aus der Naturhistorie. Dessau 1782, herausgeg. von Goeze. p. 15—21. Taf. 4 (Gonium).
12. **Müller, O. Fr.,** Animalcula infusoria fluviatilia et marina. Hauniae 1786.
13. **Girod de Chantrans, C.,** Observations microscopiques s. les plantes cryptogames. Bullet. des sciences, p. la société philomathique de Paris. I. p. 42—44 (1797).
    ——— Recherches chimiques et microscopiques s. les Conferves, Bisses, Tremelles etc. Paris 1802. p. 54 u. 186. pl. VIII. (Haematococcus.)

*) Da die wichtige Arbeit von Klebs erst erschien, als die grössere Hälfte des Manuscriptes schon niedergeschrieben war, so habe ich Manches nicht so eingreifend zu ändern versucht, als dies wohl geschehen, wenn mir diese Arbeit zuvor bekannt gewesen wäre. Hierzu bestimmte mich weiterhin noch der Umstand, dass ich durch eigene, aus dem Jahre 1877 datirende Beobachtungen, sowie durch Ueberlegungen in manchen Punkten selbstständig zu mit den seinigen übereinstimmenden Ansichten gelangt war.

**) Einschliesslich der über die Craspedomonadina. (Die Werke, welche auch diese behandeln, sind mit * bezeichnet.) Ueber weitere ältere Literatur bis auf Ehrenberg siehe bei diesem Nr. 32.

14. **Schrank, Fr. Paula von,** Fauna boica Bd. III. 1803. p. 76.
15. **Turpin, P. J. F.,** Aperçu organographique sur le nombre Deux. Mém. du Mus. XVI. p. 322. 1828. 1 Tf. (Gonium).
16. **Ehrenberg, Chr. G.,** Die geographische Verbreitung der Infusionsthierchen in N. Afrika u. W. Asien, in: Abh. der Berliner Akademie a. d. J. 1829. p. 1—20.
17. ——— Neue Beobachtungen über blutartige Erscheinungen in Aegypten, Arabien und Sibirien etc. Poggendorff's Annalen Bd. 94. 1830. p. 477—514.
18. ——— Beitrag zur Kenntn. der Infusorien u. ihrer geogr. Verbreit., besonders in Sibirien. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1830. p. 1—88. 8 Tfln.
19. ——— Ueber die Entwickl. u. die Lebensdauer d. Infusionsthiere etc. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1831. p. 1—154. 4 Tfln.
20. ——— Dritter Beitrag zur Erkenntniss grosser Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1833. p. 145—336. 11 Tf.
21. ——— Zusätze zur Erkenntn. grosser organ. Ausbildung in den kleinsten thier. Organismen. Abh. d. Berl. Akad. a. d. J. 1835. p. 151—180. 1 Tf.
22. **Donné, A.,** Réch. microsc. sur la nature du mucus, Paris 1837 (Trichomonas).
——— (Auch: Cours de microscopie. Paris 1844. p. 157—61. fig. 33.)
23. **Dujardin, F.,** Observations s. les rhizopodes et les infusoires. Compt. rend. Ac. sc. Paris 1835. p. 338—40.
24. ——— Réch. s. l. organism. inf. Ann. sc. nat. 2. sér. Zoologie (I—III). Tome 4. 1835. p. 343—377. Tf. 9—11 und IV. Tome V. 1836. p. 193—205. Tf. 9.
25. ——— Note s. les infusoires. Compt. rendus Ac. sc. T. 2. 1836, p. 104—107.
26. ——— Sur les infus. munis d'un double filament locomoteur. Ann. sc. nat. 2. sér. Zool. T. 8. 1837. p. 305—9.
27. ——— Sur le Volvox végétant de Müller. (Antophysa Bory). Ann. sc. nat. (2) T. 10. p. 13—16. Tf. 1, fig. 6.
28. ——— Sur les Monades à filament multiple ibid. T. 10. 1838. p. 17—20.
29. ——— Mémoire sur l'organisation des infusoires. Ann. sc. nat (2). Zool. T. 8. p. 230—315. pl. 14—15.
30. ——— Sur les infusoires proprem. dits. Ann. franç. et étrang. d'Anat. T. 3. 1839.
31. ——— Mém. sur une Classification des infusoires etc. Compt. rend. Acad. sc. Paris T. 11. 1840. p. 281—286.
32. ***Ehrenberg, Chr. G.,** Die Infusionsthiere als vollkommne Organismen. Berlin und Leipzig 1838.
33. **Dunal, F.,** Sur les Alges qui colorent en rouge certaines eaux des marais salans méditerranéens. Ann. des sc. nat. II. sér. Botanique. T. IX. p. 172—175. 1838 (Haematococcus).
34. **Joly, N.,** Histoire d'un petit crustacé (Artemia salina Leach.), auquel on a faussem. attrib. la colorat. en rouge des marais etc. Ann. des sc. nat. Zoologie (2). T. XIII. 1840. p. 225—90. pl. 7—8 (Haematococcus).
35. **Meyen, J.,** Noch einige Mittheilungen über rothen und grünen Schnee. Arch. f. Naturgeschichte 1840. I. p. 166—71 (Euglena).
36. **Ehrenberg, Ch. G.,** Beobachtungen von 274 Infusorienarten. Monatsber. d. Berl. Akad. 1840. p. 197—219.
37. **Shuttleworth, R. J.,** Nouvelles observations s. la matière colorante de la neige rouge. Bibliothèque universelle de Genève. T. XIV. 1840. 1 Tf.
38. **Werneck,** Untersuchungen über mikroskop. Organismen in der Umgebung von Salzburg (mitgeth. von Ehrenberg). Monatsber. d. Berl. Akad. 1841. p. 102—110 u. p. 373—377.
39. **Dujardin, F.,** Histoire naturelle des Zoophytes Infusoires, Paris 1841.
40. **Morren, Aug. et Charl.,** Recherch. phys. sur les Hydrophytes de Belgique. 3. Mém. Nouv. Mémoires Acad. roy. de Bruxelles 1841. T. XIV. p. 1—46. pl. I—III.
41. ——— 4. Mém. Rech. sur la rubéfaction des eaux. p. 1—50. pl. IV—V.
42. **Valentin, G.,** Ueber ein Entozoon im Blute von Salmo Fario. Muller's Arch. f. Anat. u. Physiol. 1841. p. 435. Tf. XV. (Trypanosoma)
43. **Gluge, G.,** Ueber ein eigenthümliches Entozoon im Blute des Frosches. Müller's Arch. f. Anat. u. Physiol. 1842. p. 148. (Trypanosoma).
44. **Mayer, A. F. J. C.,** Spicilegium observationum anatom. de Organo electrico in Raiis anelectricis et de Haematozois. Bonnae 1843. p. 11 u. p. 10. Tab. III. (Trypanosoma).
45. **Gruby, M.,** Sur une nouvelle espèce d'hematozoaires, Trypanosoma sanguinis. Compt. rend. Ac. sc. Paris. T. 17. 1843. p. 1134—1136 u. Ann. d. sc. nat. Zool. (3) I. 1844. p. 104—107. Tf. 1. B.

46. **Gruby et Delafond,** Recherches s. les animalcules se dévelopg. dans l'estomac et d. les intest. des anim. herbiv. et carniv. Compt. rend. Acad. 1843. T. 17. p. 1304—8.

47. **Hammerschmidt, C. E.,** Neues Entozoon im Harn der Schlangen. Heller's Arch. f. phys. u. patholog. Chemie u. Mikrosk. Jahrg. 1844. 1. Heft. p 83. T. 1. Figg. 7—8.

48. **Agassiz,** Geologische Alpenreisen. Verfasst von E. Desor. Frankfurt a. M. 1844. p. 234—240. Tf. 1.

49. **Kützing,** Ueber die Verwandlung der Infusorien in niedere Algenformen. Nordhausen 1844.

50. **Flotow, J. v.,** Ueber Haematococcus pluvialis. Nova Act. Ac. C. L. C. N. C. Vol. XX. P. II. 1844. p. 413—606. Tf. 24—26.

51. **Eichwald, v.,** Zur Infusorienkunde Russlands. Bullet. soc. imp. des natur. de Moscou. T. XVII. 1844 p. 480—635 u. p. 702—706.

52. —— Erster Nachtrag zur Infusorienkunde Russlands. Bullet. soc. natur. de Moscou. T. XX. 1847. p. 285—366. Tf. VIII—IX.

53. —— Zweiter Nachtrag. Ibid. T. XXII. 1849. p. 400—548. Tf.

54. —— Dritter Nachtrag. Ibid. T. XXV. 1852. p. 388—536. Tf.

55. **Weisse, J. Fr.,** Beschreibung einiger neuer Infusorien, welche in steh. Gewässern bei St. Petersburg vorkommen. Bullet. physic. math. Acad. de St. Pétersbourg. T. IV. 1845. p. 138—144. Tf. 1—2.

56. **Schmarda, L. K.,** Kleine Beiträge zur Naturgesch. der Infusorien. Wien 1846. 2 Tf.

56 a. **Leidy, J.,** Proc. Acad. n. sc. Philadelphia III. 1846—47. p. 100—01; ibid. V. 1850—51. p. 100; Amer. philos. soc. Transact. X. 1853. p. 241—44; Proc. Ac. Philadelph. VIII. 1856. p. 42—58.

57. **Weisse, J. F.,** Ueber Doxococcus globulus nebst Beschr. dreier neuer Infusorien. Bullet. physic.-mathem. Acad. imp. Petersb. T. V. 1847. p. 225—230. fig. 1—3.

58. **Focke, G. W.,** Physiologische Studien. 1. Heft. Bremen 1847. 3 Tf ; 2. Heft. 1854. 3 Tf.

59. **Ehrenberg, Ch. G.,** Beobachtung zweier genetisch neuer Formen des Frühlingsgewässers bei Berlin als lebhaft grüne Wasserfärbung. Monatsber. d. Berl. Akad. 1848. p. 233—37.

60. **Perty, M.,** Die Bewegung durch schwingende mikroskopische Organe im Thier- und Pflanzenreiche. Bern 1848.

61. **Weisse, J. F.,** Ueber die Vermehrungsweise des Chlorogonium euchlorum Ehrbg. Bullet. soc. imp. de Moscou, VI. 1848. p. 312—317. (Auch Arch. f. Naturgesch. 1848. Bd. I. p. 68—71.)

62. **Laurent, P.,** Sur la reproduction du Volvox globator. Soc. philom extr. proc. verb. 1848. p. 41—42. 1849. p. 62—64. (Auch l'Institut T. XVI. 1848. p. 183—184 und XVII. 1849. p 219— 20.)

63. **Siebold, Th. v.,** Ueber einzellige Pflanzen u. Thiere. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. I. 1849. p. 270—294.

64. **Bailey, J. W.,** Microscopical observations made in South Carolina, Georgia a. Florida. Smithsonian Contributions to knowledge. Vol. II. 1850.

65. **Schmarda, L. K.,** Neue Formen von Infusorien. Denkschr. d. Wien. Ak. Bd. I. 1850. II. Abth p 9—11. Taf. III.

66. **Cohn, Ferd.,** Nachträge zur Naturgesch. des Protococcus pluvialis Kütz. etc. Nov. Act. Acad. Caes. Leop. Vol. XXII. P. II. 1850. p. 607—764. Tf 67 A u. B.

67. **Thuret, G.,** Recherches sur les zoospores des Algues et les anthéridies des cryptogames. Ann d sc nat. Botanique (3) T. XIV. 1850. p. 214—260, pl. 16—31.

68. **Wedl, C.,** Beiträge zur Lehre von den Hämatozoën. Denkschr. d. Wiener Akad. I. 1850. 2. Abth. p. 15—25. Tf. V. (Trypanosoma).

69. **Gottlieb, J.,** Ueber eine neue mit Stärkemehl isomere Substanz. Annalen der Chemie und Pharmacie Bd 75. 1851. p 51—61 (Paramylon der Euglena). Weiteres siehe bei Habermann, ibid. (N. R) Bd 96. 1874. p. 13.

70. **Braun, Al.,** Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. 3 Tf. Leipzig 1851.

71. **Williamson, W. C.,**
Transact. of the liter. and philos. soc. of Manchester, Vol. IX. 1851 (Volvox).

72. **Ecker, A.,** Zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. 1851—52. p. 412—15. Tf. XIII. (Cercomonas).

73. **Leydig,** Zur Anat. und Entwickl. der Lacinularia socialis. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. III. 1851. p. 474. Tf. XVII. (Trypanosoma).
—— Lehrbuch der Histologie. 1857. p. 346.

74. **Weisse, J. F.,** Ueber die Lichtscheu der Cryptomonas curvata. Bullet. de la cl. phys.-mathém. Acad. impér. de St. Pétersbourg. T. VII. 1849. p. 312—13.

75. **Burnett, W. J.,** On organic relations of some of the Infusoria, includ. investigations concern. the structure and nature of the genus Bodo. Proc. Bost. soc. nat. hist. 1851. Vol. 4. 1851 - 54. p. 124—125.

76. **Perty, M.,** Zur Kenntniss kleinster Lebensformen nach Bau, Functionen, Systematik etc. Bern 1852. 17 Tf.

77. **Busk, G.,** Some observations on the structure and development of Volvox globator etc. Transact. Quart. journ. micr. sc. (N. s.) I. 1853. p. 31—45. Tf V.

78. **Williamson, W. C.,** Further elucidations of the structure of Volvox globator. Transact. micr. soc. London. (N. s.) Vol. I. 1853. p. 45—46. Pl. VI.

79. **Cohn, F.,** Beiträge zur Entwicklungsgesch. der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VI. 1853. p. 253—281.

80. **Ehrenberg, Chr. G.,** Ueber die neuerlich bei Berlin vorgekommenen neuen Formen des mikroskopischen Lebens. Monatsber. der Berl. Akad. 1853. p. 184—194.

81. **Cohn, F.,** Ueber eine neue Gattung aus der Fam. der Volvocinen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. 1853. p. 77—116. Tf. IV. (Stephanosphaera).

82. **Angström, A. J.,** Ueber die grüne Farbe der Pflanzen. Poggendorff's Annalen der Phys. u. Chemie Bd. 169. 1854. p. 475. Tf. IV. (Aus Kongl. vetensk. Ak. Forhandl. 1853. p. 246.)

83. ***Stein, Fr.,** Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgesch. untersucht. Leipzig 1854.

84. **Schneider, Ant.,** Beiträge zur Naturgesch. der Infusorien. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1854. p. 191—207. 1 Tf.

85. **Schmarda, L. K.,** Zur Naturgesch. Aegyptens. Denkschr. d. Wien. Akad. 1844. II. Abth. p. 1—28. Tf. I. VI. u. VII.

86. **Cohn, F.,** Untersuchung über die Entwicklungsgesch. der mikroskop. Algen u. Pilze. Nov. Act. Acad, Caes. Leop. Carol. Vol. XXIV. 1854. p. 101—256. Tf. 15—20.

87. **Weisse, J, F.,** Ueber den Lebenslauf der Euglena. Bullet. phys.-math. de l'Acad. de St. Pétersb. T. XII. 1854. p. 169—74.

88. **Davaine,** Sur des animalc. infus. trouv. d. les selles de malades atteints du choléra et d'autres maladies. (Compt. rend. soc. de biologie 2. sér. T. I. p. 129. 1854.)

89 a. **Scanzoni, F. W.,** Beiträge zur Geburtskunde. Bd. II. 1855 p. 131—137. Tf. III. (Trichomonas).

89 b. **Scanzoni, F. W. et Koelliker, A.,** Quelques remarques s. le Trichomonas vaginal de Donné. Compt. rend. T. XL. 1855. p. 1076—77.

90. **Cienkowsky, L.,** Ueber Cystenbildung bei Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool Bd. VI. 1855. p. 301—5. Tf. XI.

91. **Cohn, F.,** Observations s. les Volvocinées etc. Ann. sc. nat. Botan. (IV. s.) T. V. p. 323—332 (sowie 34 Jahresber. der schles. Ges. f. vaterl Cultur f. 1856. p. 39—40 und p. 77—83).

92. **Cohn, F.,** Ueber pilz- und monadenartige Gebilde in geschlossenen Pflanzenzellen. 34. Jahresber. der schles. Ges. f. vaterl. Cultur f. d. J. 1856. p. 37—38.

93. **Henfrey, A.,** Notes on some freshwater confervoid. Algae, new to Britain. Transact. of the microscop. soc. of London. N. s. Vol. IV. 1856. p. 49—54. pl. IV. (Eudorina).

94. **Weisse, J. F.,** Eine kleine Zugabe zu A. Schneider's Beiträgen zur Naturgesch. der Infusorien. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1856. Tf. IV. A.

95. **Cienkowsky, L.,** Zur Genesis eines einzelligen Organismus. Bullet. phys.-mathém. Acad. St. Pétersbourg. T. XIV. 1856. p. 261—67. 2 Tf. (Bodo angustatus).

96. **Regel, E.,** Professor Cienkowsky's Entdeckung und Urerzeugung. Botan. Zeit. 1856. p. 665—72 u. 681—87. Tf. XII. (Bodo angustatus)

97. **Merklin, C. E. von,** Nachtr. Bemerk. zur Kartoffelkrankheit. Bullet. soc. imp. des natur. de Moscou. 1856. p. 301—6 (Bodo angustatus).

98. **Fresenius, G.,** Ueber die Algengatt. Pandorina, Gonium und Raphidium. Abhdl. der Senckenberg. naturf. Gesellsch. Bd. II. 1856—58. p. 187—200. Tf. VIII.

99. **Carter, H. J.,** Further observat. on the development of Gonidia (?) from the cell-contents of the Characeae and on the circul. of the Mucus-substance of the cell. Ann. mag. nat. hist. (II) XVII. 1856. p. 101—127. pl. IX.

100 a. —— Notes on the freshwater infusoria of the island of Bombay. Ann. mag. nat. hist. (II) XVIII. 1856. p. 115—132 u. 221—249. pl. V—VIII.

100 b. —— Additional notes on the freshwater infusoria. Ann. mag. nat. hist. (II) XX. p. 34. 1857. T. I.

101. **Cohn, F., und Wichura, M.,** Ueber Stephanosphaera pluvialis. Nov. Act. Acad Caes. Leop. Carol. Vol. XXVI. P. I. Nachtr. 1857. 32 pp. 2 Tf.

102. *Fresenius, G., Beiträge zur Kenntniss mikroskopischer Organismen. Abhandl. der Senckenberg. naturf. Gesellsch. Bd. II. 1858.

103. Cienkowsky, L., Die Pseudogonidien. Pringsheim's Jahrbücher für wiss. Botanik. I. 1858. p. 371—76. Tf. XIV.

104. Claparède, E. et Lachmann, J., Etudes s. les infusoires et rhizopodes. Mém. de l'inst. Génevois. T. V—VII. 1858—61. (I. p. 40—42 und II. p. 42—68.)

105. Carter, H. J., On Fecundation in Eudorina elegans and Cryptoglena. Ann. mag. nat. hist. (III) II. 1858. p. 237—253. pl. VIII.

106. ——— On Fecundation in the two Volvoces and their specific. differences. Ann. mag. nat. hist. III. ser. III. 1859. p. 1—20. Pl. 1.

107. Cienkowsky, L., Ueber einen Beweis für die Generatio primaria. Bullet. phys.-math. Acad. imp. St. Pétersbourg. T. XVII. 1859. p. 81—95. 1 Tf.

108. Lambl, W., Mikroskop. Untersuch. der Darmexcrete. Prager medic. Vierteljahrschr. 1859. N. Folge Bd. I. (Bd. 61 der ganzen Folge). p. 1—58. Tf. I—IV.

109. Löschner und Lambl, Aus dem Franz-Joseph-Kinderspitale in Prag. 1860. Th. 1 p. 361—365. Tf. 18. A.

110. Eberth, J., Ueber ein neues Infusorium im Darm verschiedner Vögel. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XI. 1861. p. 98—99 (Trypanosoma).

111. Hicks, J. Br., Observat. on vegetable amoeboid bodies. Quart. journ. micr. sc. N. s. Vol. II. 1862. p. 96—103 (Volvox).

112. Weisse, J. Fr., Verzeichniss aller von mir in einem 30jähr. Zeitr. zu St. Petersburg beobachtet. Infusorien, Bacillarien und Räderthiere. Bullet. de la soc. imp. d. natur. de Moscou. T. XXXVI. 1863. p. 236—246. (Siehe unter den früheren Verzeichnissen in Bullet. phys.-mathém. Acad. imp. St. Pétersb. namentl. T. III. p. 19 und 333, V. p. 39, VI. p. 106. VII. p. 310. VIII. p. 297. IX. p. 76.

113. Perty, M., Bemerkungen über Infusorien. Verh. der schweiz. naturf. Gesellsch. 1864 zu Zürich. p. 527—536.

114. ——— Ueber die Identität einiger Algen- und Infusoriensippen. Mittheil. der naturf. Gesellsch. zu Bern a. d. J. 1863. p. 90—94.

115. Cienkowsky, L., Beiträge zur Kenntniss der Monaden. Arch. f. mikroskop. Anat. I. 1865. p. 203—32. Tf. XII—XIV.

116. Cohn, F., Ueber die Gesetze der Bewegung mikroskopischer Thiere und Pflanzen unter Einfluss des Lichtes. Berichte über die Thätigk. der naturw. Sect. der schles. Gesellsch. 1864. p. 35—36; s. a. 1863, p. 102. 41. Jahresber.

117a. Carter, H. J., On the freshwater Rhizopoda of England and India. Ann. mag. nat. hist. (3) XIII. 1864. p. 18. T. I—II (Amoeba monociliata).

117b. ——— On the fresh- and saltwater Rhizopoda of England and India. Ann. mag. nat. hist. (III) XV. 1865. p. 277—93. pl. XII (Collodictyon).

118. Cienkowky, L., Die chlorophyllhaltigen Gloeocapsen. Botan. Zeitung 1865. Jahrg. 23. p. 21—27. Tf. I.

119. Fresenius, G., Die Infusorien des Seewasseraquariums, in: Der zoologische Garten 1865 (Oxyrrhis).

120. Archer, W., Ueber Antophysa Mülleri. Quart. journ. of microsc. sc. N. s. Vol. VI. 1866. p. 182.

121. Diesing, K. M., Revision der Prothelminthen. Sitzb. der math.-nat. Kl. d. Akad. zu Wien. Bd. LII. 1866. p. 287—402.

122. Cohn, F., Neue Infusorien im Seeaquarium, in: Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 16. 1866 (Oxyrrhis).

123. Famintzin, A., Action de la lumière sur les mouvements du Chlamydomonas pulvisculus, de l'Euglena viridis et l'Oscillatoria insignis. Bullet. Acad. impér. St. Pétersb. Vol. X. 1866. p. 534—48.

124. James-Clark, A. B., On the structure and habits of Antophysa Mülleri etc. Ann. mag. nat. hist. (3) XVIII, 1866. p. 429—36. (Aus Sillim. Amer. Journal 1866.)

125. *——— On the spongiae ciliatae as infusoria flagellata, or observations on the structure, animality and relationship of Leucosolenia botryoides Bowb. Mem. of Boston soc. nat. hist. 1867. Vol. I. p. 305—340. Tf. IX—X. (Auch Ann. a. mag. nat. hist. (IV) I. p. 133—42, p. 188—215 u. p. 250—264, Tf. V—VII.)

126. *Tatem, T. G., On a new species of microscopic animals. Transactions of the Roy. microsc. sc. Vol. XVI. 1868. p. 31—33. pl. VI.

127. Pringsheim, N., Ueber Paarung von Schwärmsporen. Monatsber. der Berl. Akad. 1869. p. 721—38. 1 Tf.

128. **Eckekrantz, W.,** Bidrag til kännedomen om de i menniskens tarmkanal förekommande infusorier. Nordisk. med. Arkiv Bd. I. 1869. 23 pp. 1 Tf. (S. Bericht in Virchow-Hirsch, Jahresbericht über die Leistungen in der gesammten Medicin f. d. J. 1869. 1. Bd. p. 202.

129. **Tatem, T. G.,** On free swimming Amoebae. Monthl. microsc. journ. Bd. I. p. 352—54. T. 17. 1869.

130. **Carter, H. J.,** Notes on filigerous green infusoria of the island of Bombay. Ann. mag. nat. hist. (IV) Vol. III. 1869. p. 249—60. pl. XVII.

131. **Hausmann, D.,** Die Parasiten der weiblichen Geschlechtsorgane. Berlin 1870 (Trichomonas vaginalis).

132. **Tham, P. V. S.,** Tvänne fall af Cercomonas. Upsala läkareförenings förhandlingar. Bd. V. 1870. p. 691, (S. hierüber auch Virchow-Hirsch, Jahresbericht über die ges. Medicin f. d. J. 1870. Bd. I. p. 314.)

133. **Hennig,** Der Katarrh der weiblichen Geschlechtsorgane. Leipzig 1870 (Trichomonas).

134. ***Cienkowsky, L.,** Ueber Palmellaceen u. einige Flagellaten. Arch. f. mikr. Anat. Bd. VI. 1870. p. 421—38. Tf. 23—24.

135. **Lankester, Ray E.,** On Undulina, the type of a new groupe of infusoria. Quart. journ. micr. sc. N. s. T. XI. 1871. p. 387—88 (Trypanosoma).

136. **Velten, W.,** Beobachtungen über Paarung von Schwärmsporen. Botanische Zeitung 1871. p. 383—88. Tf. V. A.

137. **Rostafinski, J. T.,** Beobachtungen über Paarung von Schwärmsporen. Botanische Zeitung Jahrg. XXIX. 1871. p. 786.

138. ***Kent, W. S.,** Notes on Prof. James-Clark's Flagellate infusoria, with description of new species. Monthly microscop. journ. T. VI. 1871. p. 262—65. Tf. CV.

139. ***James-Clark, J.,** The american Spongilla, a craspedote flagellate infusorian. Sillim. amer. journ. of sc. and arts. 1871. p. 426—36. 1 pl. (Abgedr. in Monthly microsc. journ T. VII.)

140. **Tatem, T. G.,** On a preserved phase of Actinophryan Life. Monthly microsc. journ. Bd. VII. 1872. p. 169—70. T. XV.

141. **Archer, W.,** Ueber Anisonema sulcatum Duj. Quart. journ. microsc. sc. N. s. T. XII. 1872. p. 197.

142. —— Quart. journ. microsc. sc. N. s. T. XII. 1872. p. 86—87.

143. **Grimm, O.,** Materialien zur Kenntniss niederer Thiere (russisch). 1873. (Vorläufige Mittheilung siehe in Nachrichten von der Göttinger Gesellsch. der Wissensch. 1872. p. 539—40.)

144. **Dallinger, W. H., and Drysdale, J.,** Researches on the life history of a Cercomonad, a Lesson in Biogenesis. Monthl. micr. journ. Vol. X. 1873. p. 53—58. pl. XXIV—XXVI.

145 I—VI. **Dallinger, W. H., und Drysdale, J.,** Researches on the life-history of the Monads. Monthly micr. journ. I) 1873. Vol. X. p. 245—249. pl. XLI—XLIII. — II) 1874. Vol. XI. p. 7—10. pl. 46—48. — III) ibid. p. 69—72. pl. 51 u. 52. — IV) ibid. p. 97—103. pl. 53. — V) Vol. XII. p. 261—69, pl. 83—85. — VI) 1875. p. 185—197. pl. 102—104.

146. **Fromentel, E. de,** Études s. les Microzoaires ou infusoires proprement dits. 30 Tfln. Paris 1874.

147. **Cohn, F.,** Die Entwicklungsgeschichte der Gattung Volvox. Beitr. zur Biologie der Pflanzen. 1875. Bd. I. Hft. 3. p. 93. T. II. (Siehe dasselbe auch mit historischer Einleitung in „Festschrift der philosoph. Facultät zu Breslau zum 50jähr. Doctorjubiläum von Prof. Göppert.)

148. **Rostafinski, J.,** Quelques mots sur l'Haematococcus lacustris et s. les bases d'une classification nat des algues chlorosporées. Mém. soc. nation. des sciences natur. Cherbourg. T. XIX. 1875. p. 137—154.

149. **Schulze, F. E.,** Rhizopodenstudien. V. Arch. für mikroskop. Anatomie. Bd. XI. 1875. p. 583. Tf. XXXV—XXXVI.

150. **Rättig, A.,** Ueber Parasiten des Froschblutes. Inaug.-Dissertat. Berlin 1875. 1 Tf. 27 pp. (Trypanosoma)

151. **Marchand, F.,** Ein Fall von Infusorien im Typhusstuhl. Arch. f. patholog. Anatomie Bd. 64. 1875. p. 293—94. Tf. VI. Fig. 5.

152. **Davaine, C.,** Article: „Monadiens" im Diction. encyclopéd. des sciences médic. Direct. A. Dechambre. 1875. T. IX. p. 115—130.

153. **Braun,** A., Ueber einige Volvocineen. S. Bericht der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin 1875. p. 9—18.

154. **Goroshankin, J.,** Genesis im Typus der palmellenartigen Algen. Versuch einer vergleichenden Morphologie der Familie der Volvocinea. Mittheil. der kaiserl. Gesellsch. naturf. Freunde in Moskau. Bd. XVI. 1875 (russisch). 40 pp. 2 Tf. (Siehe Refer. von Askenasy in Just's Botan. Jahresber. f. 1875. p. 27—32.)

155. **Lambl, W.,** Cercomonas et Echinococcus in hepate hominis (Russischer medic. Bericht; russisch). Petersb. med. Zeitung 1875. Nr. 33, mit Holzschn.

156. **Warming, Eug.,** Om en fircellet Gonium (Dujardin's Tetramonas socialis). Botanisk. tidsskrift. 3 raekke. 1 bind. 1876. p. 69—83. Tf. I.

157. **Reinhardt, L.,** Die Copulation der Zoosporen bei Chlamydomonas pulvisculus Ehrbg. und Stigeoclonium sp. Arbeiten der Naturforscher-Gesellschaft an der Universität zu Charkoff. (Bd. X. 1876. 2 Tf. (russisch). (Referat von Batalin im Botanischen Jahresber. herausgegeben von L. Just f. 1876. p. 48—50.)

158. **Maupas, C.,** Les vacuoles contractiles d. le règne végétale. Compt. rend. Ac. sc. Paris. T. 82. 1876. p. 1451—54.

159 **Cienkowsky, L.,** Ueber einige Rhizopoden und verwandte Organismen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 12. 1876. p. 15—50. Tf. IV—VIII.

160. **Sachs, J.,** Ueber Emulsionsfiguren und Gruppirung der Schwärmsporen im Wasser. Flora oder allgem. Botanische Zeitung. Neue Reihe. Jahrg. XXXIV. 1876. p. 241, 257 u. 273. Tf. X.

161. **Henneguy, L. F.,** Sur la reproduction du Volvox dioique. Compt. rend. Acad. sc. Paris. T. 83. 1876. p. 287.

162. **Cohn, F.,** Bemerkungen über die Organisation einiger Schwärmzellen. Beiträge zur Biologie der Pflanzen, herausgeg. von Cohn. Bd II. 1876—77. p. 101—121,

163. ***Kent, S.,** Observation upon Prof. E. Haeckel's group of the Physemaria and on the Affinities of the Sponges. Ann. mag. nat. hist. (5) Vol. I. 1878. p. 1—17.

164. **Schneider, Ant.,** Beiträge zur Kenntniss der Protozoën. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 30. Supplem. 1878. p. 446—456.

165. ***Kent, S.,** A new field for the Microscopist. Popular science review. 1878. April. 2 Tafeln.

166. ***Kent, S.,** Notes on the Embryology of Sponges. Ann. mag. nat. hist. (5) Vol. 2. 1878. p. 139—156. Tf. VI—VII.

167. **Stein, Fr. Ritter von,** Der Organismus der Infusionsthiere. III. Der Organismus der Flagellaten oder Geisselinfusorien. 1. Hälfte. Leipzig 1878.

168. **Dallinger, W. H.,** On the life-history of a minute septic organism; with an account of experiments made to determine its thermal death-point. Proceed. roy. philos. soc. London. 1878. Vol. XXVII. p. 332—50. pl. 8—9.

169. **Zencker, E.,** Ueber das Vorkommen der Cercomonas intestinalis im Digestionskanal des Menschen und deren Beziehungen zu Diarrhöen. Deutsche Zeitschr. f. prakt. Medic. 1878. Nr. 1. p. 1—5.

170. **Strasburger, E.,** Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 12. 1878. p. 451—625.

171. **Bütschli, O.,** Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten und verw. Organismen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie XXX. 1878. p. 205—281. Tf. XI—XV.

172. **Lewis, T. R.,** Flagellated organisms in the blood of healthy rats. Quart. journ. micr. sc. Vol. 19. 1879. p. 109—114.

173. **Schmankewitsch, Wl.,** Ueber einige Abweichungen bei der Entwicklung der niedersten Organismen. Zool. Anzeiger 1879. Nr 21. p. 91—94 und Nr. 22. p. 110—114.

174. **Mereschkowsky, C. von,** Studien über die Protozoën des nördl Russlands. Arch. mikr. Anat. Bd. 16. 1879. p. 153—248. 2 Tf.

175. **Maupas, E.,** Sur la position systématique des Volvocinées et sur les limites du règne végétal et animal. Compt. rend. Ac. sc. Paris. T. 88. 1879. p. 1274—77.

176. **Henneguy, L. F.,** Germination of the spores of Volvox dioicus. Ann. mag. nat. hist. (V) Vol. 3. 1879. p. 93.

177. **Kirchner, O.,** Zur Entwicklungsgeschichte von Volvox minor (Stein). Beiträge zur Biologie der Pflanzen, herausgeg. von Cohn. Bd. III. 1879. p. 95—102. Tf. VI.

178. **Dallinger, W. H.,** On a series of experiments made to determine the thermal death-point of known Monad germs when the heat is endured in a fluid. Journ. micr. soc. 1880. Vol. 3. p. 1—16. pl. 1—2.

179. **Gaule, J.,** Beobachtungen der farblosen Elemente des Froschblutes. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1880. Physiol. Abtheil. p. 375—392. Tf. V. (Trypanosoma).

180. **Archer, W.,** Trachelomonas bulla, Trach. volvocina and a new very hispid form. Ann. mag. nat. hist. (V). Vol. 7. 1880. p. 342.

181. **Woronin, M.,** Chromophyton Rosanoffii. Botanische Zeitung. Jahrg. XXXVIII. 1880. 8 pp. Tf. IX.

182. **Kent, Sav.,** A Manual of Infusoria. London 1880—82.

183 **Cuningham, D. D.,** On the development of certain microscop. organisms occuring in the intestinal canal. Quart. journ. micr. sc. Vol. 21. 1880. p. 234—290. 1 Tf.

184. **Archer, W.,** Encysted state of Vacuolaria virescens Cienk. Quart. journ. micr. sc. N. s. XX. 1880. p. 117—18.

185. ***Robin, Ch.,** Mém. sur la structure et la reproduction de quelques infusoires tentaculés suc. et flagellés. Journ. Anat. et physiol. 15. Ann. 1880. p. 529—83.

186. **Van Tieghem,** Scyamina nigrescens, eine Volvocinee ohne Chlorophyll. Bullet. soc. bot. de France. T. 27. 1880.

187. **Rostafinski, J.,** Vorläufige Mittheilung über rothen und gelben Schnee und eine neue in der Tatra entd. Gruppe von braungef. Algen. Sitzb. der Krakauer Akad. der Wiss. Oct. 1880. 5 pp. (Refer. in Bot. Centralbl. VIII. Bd. 1881. p. 225.)

188. **Gruber, A.,** Dimorpha mutans. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 36. 1881. p. 445—470. Tf. 29.

189. **Certes, A.,** Note sur les parasites et les commensaux de l'huitre. Bullet. soc. zool. de France. T. VII 1882. 7 pp. 1 Tf.

190. **Künstler, J.,** Contribution à l'étude des Flagellés. Bullet. soc. zool. de France 1882. 112 pp. 3 Tf. (Vorläuf. Bericht in Compt. rend. Acad. sc. Paris T. 93. 1881. p. 602—605 und 746—48.)

191. —— Nouvelles contributions à l'étude de Flagellés. Bullet. soc. zoolog. 1882. p. 230—236.

192. —— Sur cinq Protozoaires parasites nouveaux. Compt. rend. XCV. 1882. p. 347—49. (Auch Journ. de Micrographie 6. Ann. p. 527—29.)

193. **Grassi, B.,** Interno ad alcuni protisti endoparassitici. Atti soc. italiana d. sc. nat. Vol. XXIV. 1882. pp. 94. 4 Tav. (Dass. in Arch. ital. T. II.)

194. **Schmitz, Fr.,** Die Chromatophoren der Algen. Bonn 1882.

195. **Krassilstschik, J.,** Zur Entwicklungsgeschichte und Systematik der Gatt. Polytoma. Zoolog. Anzeiger Jahrg. 1882. p. 426—29.

196. —— Zur Naturgeschichte und über die systematische Stellung von Chlorogonium euchlorum Ehrbg. Zoolog. Anzeiger Jahrg. 1882. p. 627—34.

197. **Wille, N.,** Om Chrysopyxis bipes Stein og Dinobryon sertularia. Öfvers. Kong. Vet. Akad. Förhandl. 39. Arg. 1882. p. 9—22.

198. **Phillips, F. W.,** New Flagellate (Chlorodesmos hispida). Transact. Hertfordsh. Nat. hist. soc. Vol. 2. 1882. p. 92—94. (Refer. in Journ. roy. microsc. soc. (2). Vol. 3. p. 223.

199. **Balbiani, E.,** Les organismes unicellulaires. Les Flagellés. Journ. de micrographie. 6. Année 1882. p. 428 ff. 7. Ann. 1883.

200. **Engelmann, Th. W.,** Ueber Licht- und Farbenperception niederster Organismen (Euglena). Pflüger's Archiv f. die ges. Physiologie. Bd. 29. 1882. p. 387.

201. **Henneguy, L. F.,** Sur un infusoire flagellé ectoparasite des poissons. Compt. rend. Acad. sc. Paris 1883. März 5 (Bodo).

202. **Mitrophanow, P.,** Beiträge zur Kenntniss der Haematozoa. Biolog. Centralbl. III. Bd. 1883. p. 35—44 (mit Holzschnitten).

293. **Möbius, K.,** Trypanosoma Balbianii Cert. im Krystallstiel schleswig-holsteinischer Austern. Zoolog. Anzeiger 1883. p. 148.

204. **Pelletan, J.,** Note sur la reproduction du Dinobryon stipitatum. Journ. de Micrographie. T. 7. 1883. p. 77—80.

205. **Buck, E.,** Kleiner Beitrag zur Kenntniss der Euglenen. 22. u. 23. Ber. Offenbacher Verein f. Naturkunde. p. 233—35. 1 Tf.

206. **Klebs, G.,** Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien. Untersuch. aus dem botanischen Instit. zu Tübingen. I. 1883. 131 pp. 2 Tf.

3. Kurzer Ueberblick der allgemeinen Morphologie des Flagellatenkörpers sowie der Untergruppen der Abtheilung.

Der Besitz besondrer Locomotionsorgane, der Geisseln, welche in einfacher oder mehrfacher Zahl vorhanden, sich schon zur Erzielung eines Bewegungseffectes in oder um einen gewissen Körperpunkt gruppiren müssen, bewirkt im Allgemeinen eine einaxige Körpergestalt. Es tritt denn auch fast stets eine deutliche Hauptaxe hervor. Bei nicht wenigen Formen ist die reguläre Monaxonie, abgesehen von untergeordneten Abweichungen in der Lagerung innerer Theile, streng durchgeführt.

Ebenso häufig oder vielleicht noch häufiger geht die Körpergestalt jedoch in eine zweistrahlige über, wesentlich bedingt durch die Anordnungsverhältnisse der dann in mehrfacher Zahl vorhandenen Geisseln. — Nicht selten leitet aber die monaxone Gestalt auch direct in eine mehr oder weniger deutlich bilateral symmetrische über, sei es nun, dass dieselbe sich nur in der Anordnung gewisser Organisationsbestandtheile, wie namentlich des Mundes und Schlundes ausspricht, oder durch verschiedenartige Ausbildung der in mehrfacher Zahl vorhandnen Geisseln bedingt wird, oder sei es, dass die Gesammtgestalt des Körpers eine deutliche Bilateralität verräth.

Wie bei den Ciliaten so allgemein finden wir jedoch auch bei den Flagellaten nicht selten eine asymmetrische Modification der im Allgemeinen bilateralen Gestaltung, indem sich wichtige Organisationsbestandtheile aus der Mittelebene verschieben oder überhaupt eine asymmetrische Lagerung einnehmen, welcher auch die Gesammtgestalt des Körpers zuweilen bis zu gewissem Grade folgen kann. Die Beurtheilung aller dieser Gestaltungserscheinungen ist jedoch auch hier eine etwas schwankende, da sie von dem Werthe abhängig erscheint, welchen man einem oder dem andern Körpertheil bei der Bestimmung der Grundgestalt beilegt.

Bei zahlreichen Formen ist aber die Körpergestalt überhaupt nicht beständig, wenn auch eine Grundform gewahrt bleibt, indem viele einer activen Veränderlichkeit derselben fähig sind, sei es durch amöboide Beweglichkeit, sei es durch Contractionsvorgänge des Plasmaleibes, die sich im Allgemeinen denen der Gregariniden am meisten nähern.

Bestimmend auf die äussere Gestalt zahlreicher Flagellaten wirkt die Ausbildung einer schalenartigen Hülle, die wir auch hier als einer Zellhaut entsprechend betrachten und den Schalenbildungen einfacher Rhizopoden vergleichen. Wie meist bei diesen besteht die Schale auch hier stets aus organischer Substanz und verräth den monaxonen Typus fast immer aufs deutlichste (selbst bei solchen Formen, welche eine Hinneigung zur Bilateralität oder Asymmetrie zeigen). Im Allgemeinen müssen wir hier noch hervorheben, dass die Schalenbildungen ohne Zweifel in verschiednen Gruppen der Flagellaten selbstständig entstanden sind.

Bei dem augenblicklichen Stande unsrer Kenntnisse hat die Sonderung der zahlreichen Flagellaten in eine Anzahl von Gruppen noch mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen. Indem die speciellere Begründung unsrer Ansicht über diesen Punkt auf den systematischen Theil verschoben werden muss, möge hier nur bemerkt werden, dass im Allgemeinen die Ausbildungsverhältnisse des Geisselapparates von besondrer Wichtigkeit erscheinen, wenn auch nicht allein maassgebend, und dass wir hiernach die Flagellaten einstweilen in vier Untergruppen zerlegen, unbeschadet natürlich einer Anzahl zweifelhafter Formen, deren Einreihung ohne eine gewisse Willkür nicht auszuführen ist. Wir unterscheiden daher:

1) Monadina. Formen von sehr einfachem Bau und geringer Grösse, entweder nur im Besitz einer einzigen Geissel oder daneben noch 1—2 kleine unansehnliche. Besondre Mundstelle entweder fehlend oder doch in sehr einfacher Weise gebildet und nicht in einen wohlentwickelten Schlund fortgesetzt.

2) Euglenoidina. Höher entwickelte Formen von meist ansehnlicherer Grösse und fast stets nur mit einer ansehnlichen Geissel, neben der selten noch eine zweite kleinere oder eine der ursprünglichen gleiche zur Ausbildung gelangt. Eine sogen. Mundöffnung an der Geisselbasis stets vorhanden, welche sich gewöhnlich in ein deutliches Schlundrohr fortsetzt, das jedoch keineswegs immer zur Aufnahme fester Nahrung dient.

3) Isomastigoda. Mit zwei, seltener vier bis fünf an dem einen Körperende entspringenden Geisseln von fast stets gleicher Beschaffenheit. Besondere Mundstelle im Ganzen selten ausgebildet, zuweilen jedoch mit Schlund versehen. Ernährung überhaupt sehr gewöhnlich in vegetabilischer Weise.

4) Heteromastigoda. Kleine Gruppe mit zwei am Vorderende entspringenden meist ansehnlichen Geisseln von ähnlicher oder ungleicher Grösse und sehr verschiedenem Verhalten, indem die eine stets nach vorn gerichtet ist, wogegen die andere, nach hinten gerichtete, nachgeschleppt wird. Mundstelle stets vorhanden und zuweilen in einen ansehnlichen Schlund fortgesetzt.

4. Specielle Schilderung der Gestaltungsverhältnisse und der Morphologie der Geisselbewaffnung.

In der Abtheilung der Monadina, welche nur verhältnissmässig kleine Formen umschliesst, schwankt die Gestalt vom Monaxonen bis Bilateralen. Zunächst begegnen wir hier einer Familie, welche wegen der rhizopodenähnlichen Gestaltsveränderlichkeit ihrer Angehörigen wohl den Namen Rhizomastigina führen kann. Die hierhergehörigen Formen senden theils (Mastigamoeba T. 39, Figg. 9, 10) in amöbenartiger Weise aus der gesammten Oberfläche ihres Körpers fingerförmige unverästelte bis mehr oder weniger verästelte Pseudopodien aus, theils nähern sie sich in ihrer Pseudopodienentwicklung den einfacheren Heliozoën (wie Nuclearia

und Actinophrys). Im letzteren Fall entwickeln sie demnach allseitig feine strahlenartige Pseudopodien (Ciliophrys, Dimorpha, Actinomonas, T. 39, Figg. 7b, 8). Die einfache, selten doppelte (Dimorpha) Geissel, welche die fraglichen Formen zum grösseren Theil dauernd neben den Pseudopodien aufweisen, entspringt, wenn der Körper für gewöhnlich eine Längsstreckung zeigt, am einen Körperpol (39, 7). Der amöboide Gestaltswechsel letzterer Formen führt es jedoch mit sich, dass die Ursprungsstelle der Geissel während dieses Wechsels zuweilen gewisse Verschiebungen erleidet. Bei denjenigen Formen (wie Dimorpha, Actinomonas), deren Körpergestalt, bei voller Entwicklung der Pseudopodien, eine heliozoënartig kuglige ist, ist die Ursprungsstelle der Geissel nicht besonders gekennzeichnet, doch besitzt Dimorpha die Eigenthümlichkeit, dass ihre beiden Geisseln im heliozoënartigen Zustand des Organismus auf der Unterseite, d. h. der, mit welcher derselbe aufruht, befestigt, und daher schwer zu bemerken sind.

Unsere Wesen zeigen jedoch z. Th. noch eine Gestaltsveränderung in anderer Richtung. So gehen Mastigamoeba und Dimorpha aus dem sarkodinenartigen Zustand häufig sehr rasch völlig oder nahezu völlig in einen Flagellatenzustand über, indem die Pseudopodien nahezu (Mastigamoeba T. 39, 10b) oder gänzlich (Dimorpha) eingezogen werden und die Gesammtgestalt entschieden länglich einaxig wird. Die Geisseln treten dann stets ans Vorderende, und der Organismus bewegt sich schwimmend mit ihnen vorwärts, wie eine typische Flagellate. Ein solcher Gestaltswechsel ist auch bei dem mit Dimorpha nächstverwandten Ciliophrys häufig zu beobachten, jedoch geben hier die übereinstimmenden Beobachtungen Cienkowsky's und Bütschli's an, dass die Geissel des flagellatenartigen Zustandes bei dem Uebergang in den heliozoënartigen schwindet und neu entsteht, wenn der Organismus sich wieder zu einem flagellatenartigen umgestaltet (T. 39, 7).

Auch bei den sich hier zunächst anreihenden Monadin n, speciell der Gattung Cercomonas (T. 39, Fig. 11) beobachten wir noch deutlich die Befähigung zu amöboider Gestaltsänderung, wenn auch nicht mehr so entwickelt und mehr localisirt. Die charakteristische morphologische Auszeichnung dieser monaxonen Gattung besteht in dem Besitz eines hinteren, ansehnlichen schwanzartigen Körperfortsatzes, der etwa eine Mittelstufe zwischen einem Pseudopodium und einer Geissel einnimmt, während das Vorderende eine einfache Geissel aufweist. Sowohl die Gesammtgestalt der hierhergehörigen Formen kann bis zu gewissem Grade in amöboider Weise veränderlich sein, wie auch namentlich das Hinterende zuweilen der Sitz wirklicher Pseudopodienentwicklung ist, in welche dann der Schwanzfortsatz hereingezogen wird.

Bei einer Reihe verwandter, ovaler bis stabförmig-gestreckter eingeisseliger Formen tritt eine amöboide Beweglichkeit wenigstens im gewöhnlichen Zustand nicht auffallend hervor.

Um nicht später nochmals auf die amöboide Gestaltsveränderlichkeit zahlreicher cuticulaloser Flagellaten zurückkommen zu müssen, reihen wir hier gleich einige Bemerkungen über die weitere Verbreitung dieser Erscheinung an. Recht häufig wird dieselbe bei verschiednen Angehörigen der Monadinengruppe wahrgenommen; so nicht selten bei Vertretern der Gattung Oikomonas (Stein und Kent), bei Monas, wo sich gelegentlich stumpfe Pseudopodien an sehr verschiednen Körperstellen erheben (Stein und Bütschli). Isolirte Individuen der zu der Familie der Dendromonadinen gehörigen Anthophysa sah Stein zuweilen zahlreiche sehr fein zugespitzte und ziemlich lange Pseudopodien aussenden, wogegen Kent bei dem nächst verwandten Cephalothamnium gelegentlich stumpf fingerförmige Pseudopodien die gesammte Körperoberfläche geisselloser Individuen bedecken sah. (Doch scheint mir letztere Beobachtung etwas unsicher.)

Dass auch unter den Isomastigoda die amöboide Beweglichkeit nicht völlig fehlt, erweist die Entwicklung verästelter spitziger Pseudopodien bei der sogen. Pseudospora volvocis. Bei den meisten hierhergehörigen Formen tritt eine Schalenhülle der Aeusserung der amöboiden Beweglichkeit hindernd entgegen, doch verräth sich die erhaltene Fähigkeit zu solcher zuweilen noch, wie bei Haematococcus und Stephanosphaera durch Hervorbildung von Pseudopodien unter der Hülle.

Ebensowenig fehlt diese Befähigung den kleinen Formen der Heteromastigoda und findet sich bei manchen Angehörigen der Gattung Bodo sogar sehr entwickelt. Wir werden später, bei der Besprechung der Nahrungsaufnahme und der Fortpflanzung hierauf noch specieller einzugehen haben, wobei auch über die amöboiden Erscheinungen mancher Formen der übrigen Gruppen noch genaueres zu berichten sein wird.

Eine gewisse Weiterentwicklung der primitiven, etwa ovalen Gestaltung tritt uns bei einigen Arten der Gattung Oikomonas S. K. klar entgegen, indem sich hier auf der einen Seite der Geisselbasis ein lippenartiger Fortsatz mehr oder minder deutlich erhebt, der zur Nahrungsaufnahme dient (T. 40, Fig. 2). Noch schärfer hat sich diese Bilateralität in der Familie der Bikoecidae entwickelt, deren Angehörige an Stelle des bei Oikomonas wenig hervortretenden Fortsatzes einen ziemlich ansehnlichen und etwas schief von dem Vorderende aufsteigenden seitlich gerückten Fortsatz aufweisen, der von Stein als Peristom bezeichnet wird. Dieser auch hier bei der Nahrungsaufnahme ohne Zweifel betheiligte Fortsatz ist bald mehr zungenförmig bis lippenartig (Bicosoeca T. 40, Fig. 11), bald (so bei Poteriodendron, T. 40, Fig. 10) scheint er sogar eine etwas trichterförmige Beschaffenheit zu zeigen, welche Stein veranlasst, ihn einem Kragen zu vergleichen. Im Zusammenhang mit der ansehnlichen Geissel*), welche etwa an der Basis dieses Fortsatzes entspringt, wird demnach die Gestalt unsrer Wesen ausgeprägt bilateral symmetrisch und auch die Mundstelle, welche, nach Clark's, meinen und Stein's Erfahrungen, im Grunde zwischen der Geisselbasis und dem sogen. Peristomfortsatz liegt, fällt in die Mittelebene herein. Mit Stein können wir daher hier von einer Bauchseite, welche durch den Peristomfortsatz und einer Rückseite, welche durch die Geissel bezeichnet wird, reden.

Eine ziemlich ähnliche Gestaltung bieten auch die Angehörigen der Familie der Dendromonadinen (in unsrem Sinne) dar. Alle hierher-

*) S. Kent (182) schreibt den hierhergehörigen Gattungen noch eine zweite kleinere Geissel zu, entsprechend den Dendromonadinen, jedoch haben weder Clark, Stein, noch ich von dieser zweiten Geissel etwas bemerkt.

gehörigen Formen zeichnen sich dadurch aus, dass zunächst an ihrem im Allgemeinen ovalen bis länglichen Körper eine Mittelebene dadurch deutlich bezeichnet ist, dass sich am Vorderende dicht neben der Basis der ansehnlichen Hauptgeissel noch eine oder zwei kleine Geisseln (letzteres ausschliesslich bei Monas, emend. St.)*) inseriren, so dass schon allein durch diese Geisselverhältnisse hier theils eine Zweistrahligkeit (Monas), theils ein deutlich bilateraler Bau erzeugt wird. Doch auch bei Monas (T. 40, 12, 13) deutet die einseitig zur Basis der Hauptgeissel (ähnlich Oikomonas) verlagerte Mundstelle eine Bilateralität an. Noch viel deutlicher tritt dies bei den übrigen Formen (mit Ausnahme von Dinobryon und Uroglena) hervor, indem sich bei diesen (Anthophysa, Dendromonas und Cephalothamnium, T. 41, 5—8) einseitig neben der Hauptgeisselbasis und zwar in der Mittelebene ein ähnlicher Fortsatz erhebt, wie bei den Bikoecidae. Es scheint jedoch fast, als entspräche derselbe nicht dem sogen. Peristomfortsatz der letzteren, da nach den genauen Angaben Stein's die Mundstelle bei Anthophysa nicht in dem Grund zwischen der Basis der Hauptgeissel und dem Fortsatz liegt, sondern auf der entgegengesetzten Seite der Hauptgeissel. Wenn wir daher die Lage der Hauptgeissel zum Mund als entscheidend für die Bestimmung der Bauch- und Rückseite maassgebend erachten, so fände der besprochene Körperfortsatz bei den Dendromonadinen seine Lage an der Rückseite, nicht an der Bauchseite, wie der der Bikoecidae.

Von den Dinobryinen weist nur Epipyxis den Fortsatz nach Stein noch deutlich, wiewohl sehr zart auf (T. 42, Fig. 2), während Dinobryon und Uroglena ein einfach abgerundetes Vorderende besitzen (T. 41, 1 und 3).

Ungemein einförmig ist im Allgemeinen die Gestaltung bei den so zahlreichen zweigeisseligen Isomastigoda. Der Bau dieser mit zwei gleichgestalteten und fast stets gleich functionirenden Geisseln des Vorderendes ausgerüsteten Formen ist bei der grossen Mehrzahl ein regulär zweistrahliger, indem die beiden gleichen Geisseln an dem fast stets ziemlich genau ovalen, selten mehr kugligen bis langgestreckt spindelförmigen Körper so eingepflanzt sind, dass sie zwei Seiten markiren, also eine Mittelebene, zwischen sie hindurch gelegt, den Körper in zwei congruente Hälften theilt. Es scheint daher gerechtfertigt, solch reguläre Formen zu einer Gruppe der Regularia zu vereinigen, welcher eine zweite der Irregularia gegenüberstehen würde, von der es jedoch bis jetzt etwas unsicher erscheint, ob sie sich aus der ersteren direct ableiten lässt.

Die beiden Geisseln der Regularia entspringen fast stets sehr dicht bei einander am vorderen Pol, selten rücken sie etwas mehr auseinander, oder es ist der vordere Körperpol sogar in zwei Lappen ausgezogen, von

*) Cienkowsky und Stein fanden bei dieser Gattung gewöhnlich zwei, ich dagegen meist nur eine einzige Nebengeissel.

welchen jeder eine Geissel trägt (so bei der Gattung Deltomonas Kent, T. 42, 5).

Wie schon früher erwähnt, erhöht sich jedoch die Zahl der Geisseln zuweilen auf 4, welche dann gleichfalls gewöhnlich sehr dicht bei einander vom vordern Pol entspringen (so bei der mit der zweigeisseligen Chlamydomonas nächstverwandten Gattung Carteria Dies. = Tetraselmis St.; Spondylomorum und ähnlich auch bei Collodyction Carter [Tetramitus St. p. p.] und Pyramimonas Schmarda, vergl. T, 45). Doch scheinen auch bei einer naheverwandten Form, welche Archer (142) beschrieb, die vier Geisseln von vier weit von einander getrennten Punkten zu entspringen.

Seltsam abweichende Geisselverhältnisse zeigt die merkwürdige, noch etwas unsichere Gattung Chloraster, indem dieselbe nach den übereinstimmenden Angaben Stein's und Kent's 5 Geisseln des Vorderendes besitzt, welche so geordnet sind, dass eine die Mitte einnimmt und die 4 anderen sich kranzförmig um dieselbe stellen (T. 45, Fig. 4—6).

Die meist so deutlich ausgeprägte Zweistrahligkeit der regulären Isomastigoden erstreckt sich häufig auch auf die Anordnung innerer Organisationsbestandtheile, indem in Einzahl vorhandene Theile, wie der Kern, das sogen. Pyrenoid etc. sich gewöhnlich in die Axe lagern, während zweifach vorhandne Theile, so häufig die contractilen Vacuolen und die nicht selten in Zweizahl vorhandenen Chromatophoren sich regelmässig zu beiden Seiten der Hauptaxe lagern. Nur der sogen. Augenfleck scheint sich wie anderwärts, so auch hier, fast stets sehr asymmetrisch zu lagern.

Nur selten treten besondre Gestaltungsverhältnisse des Körpers bei den Regularia auf und die zu verzeichnenden Fälle betreffen bis jetzt eigentlich ausschliesslich solche Gattungen, deren verwandtschaftliche Beziehungen zu den typischen Formen noch etwas unsicher sind. Bei den Gattungen Chloraster und Pyramimonas (T. 45, 5—7) bildet sich, wohl im Zusammenhang mit den schon geschilderten besonderen Geisselverhältnissen eine vierstrahlige Gestaltung aus, indem der Körper eine vierkantige bis vierlappige Form annimmt. Bei der Gattung Collodictyon Cart. dagegen wird die Gestalt deutlich bilateral, indem eine ziemlich breite Längsfurche über die eine Seite des gesammten Körpers hinzieht, so dass sich Rücken- und Bauchseite wohl unterscheiden lassen (T. 45, 3).

Wir reihen der Betrachtung der regulären Isomastigoda hier die Schilderung eines Formtypus an, dessen directe Beziehungen zu der besprochnen Gruppe zur Zeit sehr zweifelhaft erscheinen. Da wir jedoch die verwandtschaftlichen Beziehungen der Gattung Hexamitus und der damit wahrscheinlich nahe verwandten Megastoma (Grassi) augenblicklich nicht sicher zu beurtheilen im Stande sind, so glauben wir sie hier am geeignetsten besprechen zu dürfen. Genauer bekannt ist allein Hexamitus, Megastoma dagegen noch ziemlich unsicher. Der deutlich zweistrahlige Körper der ersteren (T. 46, 2), von ovaler bis

spindelförmiger Gestalt trägt am Vorderende 4 gleichlange Geisseln, die entweder paarweis etwas auf die Seite gerückt erscheinen oder aber nahezu aus einem gemeinsamen Ursprungspunkt am vordern Körperpol sich erheben können. Im Hinblick auf diese vordern Geisseln liesse sich wohl eine Ableitung von den Isomastigoda versuchen. Zu ihnen gesellen sich jedoch stets noch zwei Geisseln des Hinterendes, welche entweder jederseits aus dem breit abgestutzten Hinterende entspringen oder so, dass sich das schwanzartig zugespitzte Hinterende gleichsam in diese beiden Geisseln zu spaltet. Nicht uninteressant ist, dass auch bei dieser Gattung zuweilen (so namentlich bei H. intestinalis) einige Längskanten über den Körper hinziehen.

Die Gattung Megastoma (46, 3) schliesst sich zunächst durch die zwei Geisseln, in welche sich das zugespitzte Schwanzende fortsetzt, innig an Hexamitus an, weist jedoch eine deutlich bilateral symmetrische Umgestaltung des Körpers auf, indem sich eine Bauchfläche dadurch ausgebildet hat, dass die vordere Körperhälfte eine peristomartige Aushöhlung besitzt. Leider sind bis jetzt ihre weiteren Geisselverhältnisse nicht ganz aufgeklärt, doch spricht das Bekannte gleichfalls für den Anschluss an Hexamitus. Sicher scheint nämlich, dass jederseits von dem hinteren Rande des Peristomausschnitts ein Paar gleichlanger Geisseln entspringen, doch glaubte Grassi häufig noch hinter diesen jederseits eine etwas kleinere Geissel an den Seitenwänden des Körpers zu beobachten. Unsere Form würde also, die Richtigkeit dieser Beobachtung vorausgesetzt, nicht weniger als acht Geisseln besitzen. Im Hinblick auf dieses Verhalten der Megastoma erscheint es nicht ohne Interesse, dass ich bei meiner Untersuchung des Hexamitus inflatus gleichfalls acht Geisseln gesehen zu haben glaube, nämlich ausser den paarweis stehenden am Vorderende noch zwei weitere, die in eine zu der Ebene der paarweisen Geisseln senkrechten Ebene gestellt waren.

Hinsichtlich der Megastoma sei hier noch bemerkt, dass sich bei ihr auch eine Längsrippe findet, welche sich von der Schwanzspitze über die Mittellinie der Bauchseite bis zu dem Hinterrand des Peristomausschnittes erstreckt und hier in einem Knöpfchen zu endigen scheint.

Am deutlichsten bilateral, mit mehr oder weniger Hinneigung zur Asymmetrie entwickelt sich der Körper der Irregularia. Die typischen Vertreter dieser Abtheilung, die Gattungen Chilo- und Cryptomonas verrathen diese Bilateralität beim ersten Anblick (45, 9—10). Der im Allgemeinen länglich ovale Körper ist seitlich etwas comprimirt und besitzt eine etwas stärker convexe Rückseite. Hierzu gesellt sich eine schief zur Rückseite aufsteigende Abstutzung des Vorderendes und häufig eine schwanzartige Krümmung des Hinterendes nach der Rückseite. Eine Reihe Eigenthümlichkeiten beweisen jedoch, dass, wie bemerkt, eine asymmetrische Bildung vorhanden ist. Das schief abgestutzte Vorderende ist in eigenthümlicher Weise zu einem Peristom ausgehöhlt, das sich nach hinten, als sogen. Schlund, in den Körper hinein fortsetzt. Dieses

erst später genauer zu besprechende Peristom ist nun ganz entschieden asymmetrisch gebildet, indem die es seitlich begrenzenden beiden Ränder oder Lippen sich verschieden hoch erheben, und hierzu gesellt sich weiterhin noch, dass die beiden Geisseln sich etwas einseitig an der höheren Lippe des Peristoms inseriren.

Noch deutlicher tritt diese asymmetrische Bildung des Peristoms bei der interessanten Gattung Oxyrrhis hervor, wenn diese, wie höchst wahrscheinlich, hier ihre richtige Stellung findet. Wir finden hier nämlich eine im Allgemeinen entsprechende Peristombildung, wenngleich sich von dem für die ersterwähnten Gattungen so charakteristischen Schlund nichts beobachten lässt (T. 45, 12). Das Peristom nimmt einen viel grössern Theil des Körpers in Anspruch indem es sich etwa über dessen vordere Hälfte ausdehnt. Auch die einseitige Einpflanzung der beiden Geisseln treffen wir hier wieder, jedoch finden wir sie hier entschieden an der linken Lippe inserirt im Gegensatz zu den erstgenannten Gattungen.

Im Anschluss an die letztbesprochene Familie der Cryptomonadina schildern wir hier noch kurz den morphologischen Aufbau der Gattung Tetramitus, welche vielleicht in einer ähnlichen Beziehung zu der erwähnten Familie steht, wie die viergeisseligen Formen der regulären Isomastigoda zu den zweigeisseligen. Aus der ebengemachten Bemerkung geht schon hervor, dass unsre Form sich durch den Besitz von vier aus einem gemeinsamen Punkt des Vorderendes entspringenden ziemlich gleichlangen Geisseln auszeichnet (T. 45, 13). Was aber die Beziehungen zu den Cryptomonadinae namentlich möglich zu machen scheint, ist, dass das Vorderende bei Tetramitus rostratus mit einer eigenthümlich gebauten Peristomaushöhlung versehen ist, deren Asymmetrie und allgemeine Bildung lebhaft an das beschriebne Peristom von Cryptomonas erinnern. Bei Tetramitus descissus hingegen tritt an Stelle dieses Peristoms eine einfache bis nahe zur Körpermitte hinabreichende schiefe und etwas ausgehöhlte Abstutzung des Vorderendes auf.

Ohne mit Bestimmtheit einen genetischen Zusammenhang mit der Gattung Tetramitus behaupten zu wollen, schliessen wir derselben doch einige Formen an, über deren richtige Stellung sich zur Zeit schwierig urtheilen lässt. Diese Formen, die Gattungen Trichomastix (T. 46, 11c), Trichomonas (T. 46, 11a—b) und Polymastix nähern sich in ihrer allgemeinen Gestaltung dem Tetramitus descissus, indem ihr Hinterende gleichfalls durchgängig in einen feinzugespitzten längeren oder kürzeren und ziemlich starren Fortsatz ausgezogen ist, der zuweilen wie ein Schwanzstachel erscheint, während der Körper selbst gewöhnlich eine nahezu spindelförmige Gestalt besitzt und zuweilen (Polymastix) etwas abgeplattet ist. Eine Peristombildung wie sie Tetramitus eigenthümlich ist, scheint aber durchaus zu fehlen. Das etwas zugespitzte bis abgerundete Vorderende weist stets eine beträchtliche Anzahl von Geisseln auf. In der Ausbildung der Geisselverhältnisse unterscheiden sich die Gat-

tungen jedoch recht wesentlich. Die höchste Geisselzahl scheint Polymastix aufzuweisen, der Grassi (193) zwar nur 3—4, Künstler (192) dagegen 6 vordere Geisseln zuschreibt, welche gleich lang und sämmtlich nach vorn gerichtet sind. Dagegen besitzt die Gattung Trichomastix sicher nur 4 Geisseln, die aber interessanter Weise ähnlich den Heteromastigoda different gebildet sind. Drei kürzere gleich lange sind nach vorn gerichtet, eine vierte viel längere dagegen ist stets nach hinten gewendet und ragt daher hinten etwa um die Hälfte der Körperlänge über die Schwanzspitze hervor.

Die Gattung Trichomonas schliesslich besitzt nur die drei kleineren vorderen Geisseln der Trichomastix, an Stelle der hinteren längeren findet sich dagegen ein über den Körper hinziehender undulirender Saum, der sich von der Basis der Geisseln etwa bis in oder ein wenig über die Mitte des Körpers verfolgen lässt. Dass dieser Saum morphologisch mit der hinteren Geissel der Trichomastix verglichen werden darf, scheint sehr wahrscheinlich, da sich einerseits bei der Trichomonas Batrachorum sein hinteres Ende in eine mässig lange feine, nach hinten gerichtete Geissel fortsetzt und anderseits die allgemeinen Bauverhältnisse der beiden Gattungen so übereinstimmende sind, dass ihre nahe Verwandtschaft nicht bezweifelt werden kann. Dies erhellt namentlich aus einer weitern Eigenthümlichkeit der Gestaltung, welche bei Trichomastix und Trichomonas Batrachorum gleichmässig vorhanden ist. Bei beiden nämlich zieht über den Körper von der Basis des Schwanzfortsatzes ein feiner Längskiel (rl) bis gegen das Vorderende, wogegen die Trichomonas vaginalis hiervon nichts deutliches erkennen lässt. Wie gesagt, ist ein abschliessendes Urtheil über die morphologische Anreihung der geschilderten drei Gattungen zur Zeit kaum möglich, genauere Aufschlüsse über diese und verwandte Formen, welche sich parasitisch noch weit verbreitet zu finden scheinen, werden unser Urtheil vielleicht modificiren.

Im Anschluss an die seither besprochnen Isomastigoda sei hier noch einer Form gedacht, über deren verwandtschaftliche Beziehungen sich zur Zeit schwierig eine zuverlässige Ansicht aufstellen lässt, Trepomonas nämlich. Um so interessanter sind aber deren Gestaltsverhältnisse (T. 45, 14). Dieselbe besitzt wenigstens gewöhnlich zwei gleiche und ansehnliche Geisseln, welche bis zu gewissem Grade eine Ableitung von den Isomastigoda wahrscheinlich machen. Die Einpflanzung derselben ist jedoch ganz abweichend von den seither besprochnen Formen, indem sie, weit von einander getrennt, von den Seiten des Körpers entspringen. Höchst seltsam gestaltet sich der Körper, welcher eine ganz asymmetrische Bildung aufweist. Dieselbe kommt dadurch zu Stande, dass sich die hinteren Hälften der Seitenränder des etwas abgeplatteten Körpers, der vorn eine grössere Breite besitzt, jederseits in eine flügelartige Fortsetzung verlängern, welche beiden Flügel sich in entgegengesetzter Weise einkrümmen. Die Körpergestaltung nähert sich dadurch gewissermaassen dem Bau einer zweiflügeligen Schiffsschraube. Die beiden

Geisseln entspringen zu den Seiten des Körpers an der vorderen Ursprungsstelle der Flügel*).

Vielleicht darf auch die Gattung Dallingeria S Knt. hier angereiht werden. Das etwas zugespitzte Vorderende derselben (T. 46, Fig. 12) ist mit einer kleineren nach vorn gerichteten Geissel ausgerüstet, während sich zwei weitere und ansehnlichere nach hinten gerichtete Geisseln etwas vor der Mitte an den Seiten des Körpers inseriren. Wie die kurze Schilderung besagt, ist der Körperbau ein regulär zweistrahliger.

In der umfangreichen Abtheilung der Euglenoidina herrscht im Grunde ein einaxiger Bau, der jedoch sehr gewöhnlich zu einem ziemlich deutlich bilateral symmetrischen wird durch die ein wenig einseitige Lagerung der Mundöffnung am vorderen Pol, wozu sich jedoch zuweilen eine deutlich bilaterale Gestaltung des gesammten Körpers gesellt. Doch finden sich auch in dieser Gruppe Uebergänge zur Asymmetrie vor. Während ein Theil der Formen keiner Gestaltsveränderung fähig ist, besitzen nicht wenige das Vermögen ausgiebiger Gestaltsveränderung durch Körpercontractionen, wobei langgestreckte Formen sich bis zur Kugelgestalt zusammenzuziehen vermögen. Immerhin tritt auch bei diesen metabolen Formen eine gewisse Grundgestalt im gestreckten, schwimmenden Zustand deutlich hervor. Im Speciellen verrathen jedoch die Euglenoidinen eine ziemliche Mannigfaltigkeit der Gestaltung. Wir finden auch hier alle möglichen Uebergänge von der ellipsoidischen und eiförmigen, zuweilen sogar nahezu kugligen Gestalt, bis zu längergestreckten, mehr spindelförmigen, ja nahezu nadel- und wurmförmigen Organismen. Bei den längergestreckten tritt sehr gewöhnlich eine schwanzartige Zuspitzung des hinteren Körperendes deutlich hervor, die jedoch auch bei den gestaltveränderlichen während der Contraction völlig eingehen kann.

Die häufig sehr ansehnliche Geissel entspringt stets vom vorderen Körperpol und an ihrem Grunde befindet sich die Mundöffnung, welche zwar nicht durchweg mehr als eine wirkliche Mundöffnung zu functioniren scheint. Wie gesagt ist dieselbe immer etwas einseitig gelagert, bei der grossen Mehrzahl der Formen jedoch so wenig, dass die Geissel vom Rande der Oeffnung oder sogar etwas innerhalb derselben ihre Insertion findet. Letztrer Fall tritt bei der Familie der eigentlichen Eugleninen auf. Zwar gibt Stein auch hier den Rand der trichterförmigen Mundöffnung als Ursprungsstelle der Geissel an und ich glaube gleichfalls eine solche Insertion der Geissel gewöhnlich beobachtet zu haben; dem gegenüber fand jedoch zuerst Kent (182), dass die Geissel der Euglenen aus dem Grunde des Mundtrichters entspringe und dasselbe gaben unabhängig von ihm etwas später auch Schmitz (194) und Klebs (206) an. Es scheint mir daher sehr wahr-

*) Stein hat bei dieser Form zuweilen noch zwei hintere Geisseln beobachtet, die ich nie sah, und ich möchte vermuthen, dass diese hinteren Geisseln eine Vorbereitung zur Längstheilung anzeigen.

scheinlich, dass das letztere der Wirklichkeit entspricht. Bei den Petalomonadinae und Peraneminae dagegen ist die Mundöffnung etwas mehr von der Geisselbasis nach hinten gerückt und es prägt sich dann noch deutlicher eine Bauchseite als diejenige aus, welche die Mundöffnung trägt. Immerhin tritt auch bei den ersterwähnten Formen eine bilaterale Bildung häufig dadurch noch kenntlicher hervor, dass das Vorderende etwas schief abgestutzt ist und die Mundöffnung sich der abgestutzten Seite zuwendet.

Einer besondern Einrichtung des Vorderendes begegnen wir in der Gattung Urceolus Mereschk. (Phialonema St.), da dasselbe hier zu einem trichterförmigen Peristom erweitert ist, in dessen Grund die eigentliche Mundöffnung liegt, an deren Rand sich die Geissel inserirt (T. 47, 5).

Eine deutlich bilaterale äussere Gestaltung tritt bei denjenigen Formen hervor, welche einen entschieden abgeplatteten Körper besitzen (Petalomonas, Phacus), so dass wir eine Bauch- und Rückseite gut zu unterscheiden vermögen. Doch geht bei letztrer Gattung sowohl dadurch, dass sich die Mundöffnung schief dem einen Seitenrand zuwendet, sowie durch eine Reihe Gestaltungseigenthümlichkeiten, wie die häufige Schiefstellung der Schwanzspitze, oder durch schraubenförmige Windung des Körpers um die Längsaxe (Phacus longicauda, T. 47, 10), die Gestalt auch häufig in eine ziemlich asymmetrische über.

Eine bilaterale Gestaltung wird andrerseits auch gewöhnlich bei den Gattungen Menoidium und Rhabdomonas durch eine halbmondförmige Krümmung des Körpers erzeugt (T. 47, 17).

Interessant ist weiterhin, dass bei einer Anzahl Gattungen die Gestaltsverhältnisse eigenthümliche werden, indem sich am Körper eine Anzahl Längskanten entwickeln. So finden sich auf der Rückseite der Petalomonas häufig ein mittlerer oder zwei seitliche Längskiele, während über die Bauchseite häufig eine Längsfurche hinzieht (T. 47, 2). Aehnliches zeigt sich auch bei Phacus, wo einige Arten einen mittleren Längskiel des gewölbten Rückens besitzen, so dass bei Phacus triqueter der Querschnitt des Körpers eine deutlich dreieckige Bildung zeigt.

Die Ausbildung von 4 stark hervortretenden Längskanten gibt dem Körper des Sphenomonas St. (T. 48, 9) ein vierstrahliges Aussehen mit nahezu quadratischem Querschnitt. Die Zahl solcher Längskanten ist bei dem sonder Zweifel nahe verwandten Tropidoscyphus auf acht erhöht, welche entweder regulär in der Längsrichtung den Körper überziehen, um sich im hinteren zugespitzten Pol zu vereinigen, oder etwas schraubig gedreht den Körper umziehen (T. 48, 10). Solche Zustände mit beträchtlicher Vermehrung der Längskanten scheinen zu erweisen, dass letztere allmählich in die längs- oder schraubig verlaufende Cuticularstreifung übergehen, die sich bei nicht wenigen Gattungen der Euglenoidina findet, und die wir späterhin bei Betrachtung der Cuticula noch eingehender besprechen werden.

Wie früher erwähnt, müssen wir zu den Euglenoidina eine Anzahl Formen (Astasiina St.) ziehen, welche neben der Hauptgeissel noch eine zweite kleinere Nebengeissel entwickelt haben, die sich auch hier meist dicht neben der Hauptgeissel ebenfalls direct bei der Mundöffnung findet. Nur bei Heteronema (T. 48, 7) ist diese Nebengeissel etwas mehr von der Basis der Hauptgeissel nach hinten abgerückt und nähert sich auch in ihrem sonstigen Verhalten der hinteren Geissel der Ordnung der Heteromastigoda sehr, da sie für gewöhnlich nach hinten gerichtet ist. Doch bleibt die hintere Geissel hier noch beträchtlich kleiner wie die vordere. Immerhin bezeichnet die Einpflanzung der hintern Geissel auch bei Heteronema, wie bei den Heteromastigoden sehr deutlich eine Bauchseite.

Eine seltsame Anomalie bildet unter den übrigen Euglenoidina die Gattung Eutreptia (Perty), welche nach den neuerdings von Kent und Klebs bestätigten Angaben Perty's mit einem durchaus eugleninenartigen Bau den Besitz zweier gleichlanger, ansehnlicher Geisseln des Vorderendes vereinigt, sich also hinsichtlich ihrer Geisselverhältnisse durchaus wie eine isomastigode Form verhält.

Wie schon oben bemerkt, schliesst sich unsere Gruppe der Heteromastigoda an gewisse zweigeisselige Formen der Euglenoidina so nahe an, dass an dem Zusammenhang zwischen beiden Gruppen schwer zu zweifeln ist; es sind die höher entwickelten und grösseren Formen der Heteromastigoda, welche diesen Zusammenhang vermitteln, so dass man vermuthen darf, dass sich die einfacheren Formen dieser Gruppe durch Verkümmerung aus den höheren ableiten, wenn sie nicht überhaupt ohne directe Verwandtschaft mit den letzteren sind. Den gemeinsamen Charakter der Gruppe bildet, wie früher bemerkt, die Geisselbeschaffenheit. Die stets vorhandenen zwei Geisseln sind sowohl in Länge wie Einpflanzung und Verhalten sehr ungleich. Eine kleinere, nach vorn gerichtete ist auf dem vorderen, bei den Bodoninen gewöhnlich deutlich zugespitzten Körperpol eingepflanzt, und ist das Hauptbewegungsorgan; eine zweite längere Geissel entspringt etwas hinter dieser und wird nach hinten gerichtet getragen; sie dient häufig zu vorübergehender Anheftung, nimmt jedoch auch in später zu besprechender Weise an den Bewegungserscheinungen gelegentlich activen Antheil. Schon durch die Einpflanzung, wie die verschiedene Ausbildung dieser beiden Geisseln wird bei den hierhergehörigen Formen eine deutlich bilateral-symmetrische Körperbildung hervorgerufen, welche dann auch bei den einfacheren Formen, speciell der Gattung Bodo (em. Stein), recht deutlich hervortritt (T. 46, 4—6); deren Gestalt zwischen dem ovalen bis spindelförmig gestreckten schwankt. Ein Theil der hierhergehörigen Formen wenigstens ist jedoch durch amöboide Beweglichkeit zeitweise sehr gestaltveränderlich. Wahrscheinlich schliesst sich die seltsame Gattung Phyllomitus St. (T. 46, 7) zunächst an Bodo an, und zeichnet sich hauptsächlich dadurch aus, dass die beiden Geisseln an ihrer Basis auf eine gewisse Länge miteinander verwachsen sind. Weiterhin scheint sich bei dieser Form jedoch gleich-

zeitig eine asymmetrische Gestaltung deutlich anzubahnen, indem sich am Vorderende eine etwas einseitig gelagerte Aushöhlung (sogen. Peristom Stein's) gebildet hat.

Wir schalten hier einige Worte über eine von S. Kent beschriebene Form, die Gattung Trimastix ein, deren Stellung sehr unsicher erscheint, die sich jedoch allenfalls von den Bodoninen ableiten liesse durch Verdoppelung der nach hinten gerichteten Geissel derselben. Am etwas zugespitzten Vorderende dieser Form (T. 46, 13) befestigen sich demnach drei Geisseln, von welchen sich zwei nach hinten zurücklegen, und zwar die eine in eine Furche der Bauchseite hinein, welche dadurch gebildet wird, dass sich der rechte Seitenrand zu einer membranartigen Falte längs des Körpers erhebt. Diese Geissel wird weiterhin gewöhnlich in schwingender Bewegung getroffen, soweit sie sich an dem Körper herabzieht, und erinnert daher auffallend an den undulirenden Saum und seine Fortsetzung in eine hintere Geissel bei Trichomonas.

Die asymmetrische Gestaltung finden wir sehr ausgeprägt bei den höher entwickelten Heteromastigoden der Familie der Scytomonadina Stein's.

Die Gestalt ist hier deutlich abgeplattet und bei den Gattungen Anisonema und Entosiphon etwa oval, doch zeigt bei beiden der allgemeine Körperumriss eine etwas asymmetrische Bildung. Eine abgeplattete Bauchseite unterscheidet sich deutlich von einer mässig gewölbten Rückseite und die Mundöffnung ist auf dieser Bauchseite dicht hinter dem vordern Körperrand gelagert. Bei Anisonema (T. 46, 8) nimmt auch die hintere Geissel einen etwas asymmetrischen Verlauf, da sie wie bei Entosiphon etwas links von dem Vorderende der Schlundröhre (nach Klebs aus dem Grunde der Mundeinsenkung) entspringend sich bogenförmig vor derselben auf die rechte Körperseite begibt und hier längs einer Art seichter Rinne, welche durch eine Hervorwölbung des rechten Randes der Bauchfläche erzeugt wird, nach hinten verläuft. Auch in dieser Familie treffen wir die schon mehrfach erwähnte Längskantenbildung bei der Gattung Entosiphon wieder an, deren Bauch- und Rückseite von einer Anzahl solcher Längskanten wie gerippt erscheinen (T. 46, 9)*).

Seltsam abweichend und in ihren Verwandtschaftsverhältnissen zu den übrigen Formen etwas zweifelhaft erscheint die Gattung Colponema Stein (T. 46, 10), deren sehr asymmetrische Gestalt sich am besten aus der Abbildung ergibt. Eine tiefe, vorn etwas erweiterte Längsfurche zieht hier über die Bauchseite, und die hintere Geissel entspringt, abweichend von den seither beschriebnen Formen, weit entfernt von der vorderen, etwa in der Mitte des Körpers aus dieser Bauchfurche.

*) In einer Anmerkung glauben wir hier am besten einige Worte über ein sehr seltsames, mit Anisonema viel Aehnlichkeit bietendes Wesen berichten zu sollen, das James-Clark (125) unter dem Namen Heteromastix beschrieb. Dasselbe besitzt die beiden Geisseln der typischen Anisonemen und eine nicht unähnliche, jedoch durch lebhafte Contractionen veränderliche Gestalt. Mit dieser Bauweise vereinigt es jedoch den Besitz einer Ciliengruppe, die aus einer auf der vordern Hälfte der Bauchfläche etwas schief nach hinten ziehenden, breiten Grube entspringt. Sicheres über die Cilienanordnung ist leider nicht bekannt. Zunächst scheinen mir die morphologischen Eigenthümlichkeiten dieser seltsamen Form einen Zusammenhang mit den Heteromastigoda anzudeuten und ihren Anschluss an die typischen Cilioflagellaten nicht zu rechtfertigen.

5. Die feineren Bauverhältnisse des Weichkörpers der Flagellata.

A. Das Protoplasma und seine Differenzirung in Regionen.

Im Allgemeinen zeigt das Plasma der Flagellaten keinerlei besondere Eigenthümlichkeiten, die hier einer gesonderten Besprechung bedürften.

Eine diffuse Färbung des Plasmas, wie sie bis in die neueste Zeit von zahlreichen Beobachtern für viele grüne Isomastigoda (hauptsächlich der Familien der Chlamydomonadina und Volvocina), jedoch theilweise auch für die Euglenoidina angegeben wurde, existirt sicherlich nicht. Die Farbstoffe sind vielmehr stets an besondere geformte Inhaltskörper, die sogen. Chromatophoren, gebunden, worauf hauptsächlich Schmitz neuerdings aufmerksam gemacht hat und womit meine Erfahrungen ganz übereinstimmen.

Eine relativ seltene Erscheinung ist bei den Flagellaten auch die Differenzirung des Plasmas zu verschiedenen Regionen, was vielleicht im Allgemeinen mit der Kleinheit der Formen in gewissem Zusammenhang steht.

Der Ausbildung eines deutlichen und ziemlich dicken Ectoplasmas begegnen wir in ganz amöbenartiger Weise bei der interessanten Rhizomastigode Mastigamoeba aspera und aus diesem Ectoplasma bilden sich hier auch fast ausschliesslich die Pseudopodien (T. 39, 9).

Das Ectoplasma dieser Form besitzt noch eine besondere Eigenthümlichkeit, indem seine gesammte Oberfläche, und natürlich auch die der Pseudopodien, dicht mit sehr kleinen, bacterienartigen Stäbchen bedeckt ist. Gewöhnlich liegen diese Stäbchen der Plasmaoberfläche parallel auf, seltner stehen sie schief oder senkrecht davon ab. Es ist fraglich, ob wir diesen Stäbchenbesatz der Mastigamoeba aspera mit dem Börstchenbesatz, welchen wie früher (p. 122) erwähnt, gewisse nackte Rhizopoden zeigen (Chaetoproteus und Dactylosphaeria), vergleichen dürfen. Es scheint nämlich nicht unmöglich, dass der Stäbchenbesatz der Mastigamoeba wirklich von anhängenden Bacterien herrührt, da wir später sehen werden, dass sich bei gewissen Choanoflagellaten zuweilen ein dichter oberflächlicher Besatz von Bacterien ausbildet.

Dagegen ist es sicher, dass unsere Mastigamoeba an ihrem Hinterende häufig die haarartigen Fortsätze entwickelt, welche bei den amöbenartigen Rhizopoden so verbreitet sind (vergl. p. 101).

Auf die Gegenwart einer Ectoplasmalage (Rindenschicht) liesse sich für die grünen Formen der Euglenoidina daraus schliessen, dass sich die Chlorophyllkörner gewöhnlich in einer Lage dicht unterhalb der Cuticula vorfinden. Doch ist auch hier eine einigermaassen scharfe Abgrenzung dieser Rindenschicht gegen das innere Körperplasma nicht ausgesprochen und Klebs spricht sich gegen die Existenz einer ruhenden äusseren Rindenschicht dieser Formen aus, da er unter gewissen Bedingungen das Plasma sammt seinen sämmtlichen Einschlüssen bis unter die Cuticula in strömender Bewegung sah. Dennoch dürfte eine relativ ruhende Rindenschicht der grünen Euglenoidinen anzunehmen sein, wegen der Constanz der Lagerung der Chromatophoren und weil sie gewöhnlich durch die Bewegungsvorgänge keinerlei Verschiebung erleiden. Eine seltsame Entwicklung erlangt eine ectoplasmaartige Lage am Vorderende der hierhergehörigen Gattung Colacium (wenigstens deutlich bei dem grossen C. calvum). Dieselbe krönt als eine dicke chlorophyllfreie Lage, gewissermaassen wie eine Haube das Vorderende und zeigt gleich-

zeitig eine längsstreifige Beschaffenheit (T. 47, 14). Aus den bis jetzt vorliegenden Mittheilungen Stein's lässt sich leider nicht entnehmen, ob diese Längsstreifung eine rein äusserliche oder ob sie eine innere ist. Ich erwähne dies hauptsächlich deshalb, weil ich eine zarte, senkrecht zur Oberfläche des Körpers gestrichelte ectoplasmatische Lage bei der Pseudospora Cienk. (T. 42, 7a) deutlich beobachtete, eine Lage, welche jedenfalls der ähnlich beschaffenen Hautschicht der Schwärmsporen von Vaucheria entspricht, die Strasburger*) beschrieb.

Bei den Chlamydomonadinen und Volvocinen kommt es nicht selten vor, dass der die beiden Geisseln tragende, häufig etwas zugespitzte Pol aus ungefärbtem, hellem Plasma besteht. Es hat jedoch dieser farblose Scheitel, der ja eine gewisse Aehnlichkeit mit der geschilderten Einrichtung bei Colacium besitzt, nichts mit einer besondern Ectoplasmaregion zu thun, sondern beruht einfach darauf, dass das grüne Chromatophor nicht bis in das Vorderende hereinragt.

B. Der feinere Bau der Geisseln

Mit einem gewissen Recht könnte man die charakteristischen Bewegungsorgane der Flagellaten als ectoplasmatische Bildungen bezeichnen, da sie einerseits stets aus einem ganz homogenen und durchsichtigen Plasma gebildet sind und andrerseits jedenfalls direct von der äussersten Plasmaschicht des Körpers entspringen. Es ist wenigstens bis jetzt in keinem Fall wahrgenommen worden, dass ein Flagellum sich tiefer in den Körper fortgesetzt hätte. Da jedoch nur bei wenigen Flagellaten und selbst da meist nur mit einer gewissen Reserve von einem deutlichen Ectoplasma die Rede sein kann, so hat diese Betrachtung, wie mir scheint, keinen besondern Werth.

Wie schon von verschiednen Seiten hervorgehoben wurde, lassen sich gewisse Beziehungen zwischen den Pseudopodien und den Geisselfäden constatiren, obgleich es auch keineswegs geleugnet werden kann, dass zwischen einer wohl entwickelten Geissel und einem fadenförmigen Pseudopodium ein tiefer innerer Unterschied bestehen muss, wenn derselbe auch für uns zunächst nur in den Bewegungserscheinungen fühlbar erscheint. Dies schliesst jedoch nicht aus, dass auch Uebergänge existiren und wir haben ja früher schon erfahren, dass die Pseudopodien der sogen. Amoeba radiosa und namentlich die der Podostoma ähnliche Bewegungserscheinungen zeigen können, wie echte Geisseln (s. p. 123). Bei den typischen Flagellaten und den Mastigophoren überhaupt scheint jedoch bis jetzt nicht ein Fall beobachtet zu sein, wo eine wohlentwickelte Geissel umgekehrt eine pseudopodienartige Beschaffenheit angenommen hätte, obgleich ja bei zahlreichen Formen die amöboide Beweglichkeit des Plasmas noch sehr lebhaft ist. Nur in einem Fall, bei der Gattung Cercomonas nämlich, scheint sich ein geisselartiges Gebilde zu finden, welches eine Art Mittelstufe zwischen einer wahren Geissel und einem Pseudopodium einhält. Dies ist der hintere geisselartige Schwanzanhang, der für diese

*) Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Nat. 1876.

Gattung charakteristisch ist und der sich nach den Angaben Stein's wenigstens bei Cercomonas crassicauda zuweilen ganz pseudopodienartig verändern soll, während er anderseits auch schlängelnde geisselnde Bewegungen auszuführen im Stande ist (s. T. 39, 11a—b). Wie wir später genauer sehen werden, kommt im Leben unsrer Organismen nicht selten ein Verlust der Geisseln vor; wo dieser Vorgang jedoch bis jetzt genauer beobachtet wurde, scheinen die Geisseln hierbei meist einfach abgeworfen zu werden. Nur selten wird dagegen eine Einziehung derselben nach Art der Pseudopodien beobachtet.

Einen derartigen Fall beschreibt Dallinger bei der sogen. Dallingeria, wo in Vorbereitung zur Copulation die beiden seitlichen Geisseln gewisser Thiere allmählich zusammenschrumpfen und schliesslich ganz eingezogen werden sollen (T. 46, Fig. 12d). Wir erwähnen hier gleich, dass ein ähnlicher Vorgang der Geisseleinziehung zuerst von Clark bei einer Choanoflagellate beobachtet wurde (T. 48, Fig. 12).

Inwiefern sich die Neuentstehung der Geisseln mit der Entstehung eines Pseudopodiums parallelisiren lässt, ist bis jetzt gleichfalls durch Beobachtungen nur wenig sicher ermittelt. Das Wenige, was über diesen Vorgang bekannt ist, wird später am geeigneten Ort mitgetheilt werden.

Die Längen- und Dickenverhältnisse der Geisseln bieten die weitgehendsten Unterschiede dar. Die längsten Geisseln treffen wir bei gewissen Euglenoidinen (so z. B. Peranema und Zygoselmis), andrerseits bei gewissen Heteromastigoden aus der Familie der Scytomonadinae an; bei ersteren erreicht die grosse Geissel des Vorderendes zuweilen eine Länge von etwa 0,09—0,12 Mm. und mehr; die grosse hintere Schleppgeissel der letzteren bleibt häufig nicht viel unter dieser Länge. Auch die Geissel gewisser Mastigamöben wird sehr lang, ja übertrifft (0,16 Mm. und mehr) zuweilen noch die der ersterwähnten Formen. Solch lange Geisseln sind gleichzeitig meist auch die dicksten, doch erreicht ihre Dicke im Allgemeinen nicht viel über 0,0005 Mm. und die kleinen Geisseln erscheinen selbst bei den stärksten Vergrösserungen gewöhnlich als eben bemerkbare zarteste Fädchen.

Die winzigsten Flagellen sind jene kleinen Nebengeisseln, welche in der Familie der Dendromonadinae verbreitet sind und im Allgemeinen die Länge von etwa 0,006 Mm. nicht übertreffen.

Gewöhnlich werden die Geisseln als sehr zarte, nach ihrem freien Ende ganz fein auslaufende Fäden dargestellt. Dieser Darstellung begegnen wir z. B. noch ganz allgemein in dem Werk Stein's und bei den meisten andern Autoren. Obgleich sich nun das Vorkommen derartiger Geisseln nicht in Abrede stellen lässt, scheinen sie doch häufiger in ihrer gesammten Länge gleichmässig dick zu sein oder sich gegen das Ende doch nur sehr wenig zu verfeinern.

Schon Clark (125) wies auf diese Beschaffenheit der Geisseln bei einer ziemlichen Zahl von Formen hin und Bütschli hat dasselbe später mehrfach bestätigt gefunden. Natürlich ist es bei kleinen Geisseln sehr schwierig, dieses Verhalten ausreichend zu ermitteln.

Wie bemerkt, bestehen die Geisseln stets aus einem sehr durchsichtigen und körnchenfreien Plasma, an welchem besondre Structurverhältnisse einzig von Künstler (190) be-

schrieben wurden. Alle früheren Forscher stimmten darin überein, dass das Geisselplasma ein ganz homogenes Aussehen besitze. Künstler will sich nun bei einer ziemlichen Anzahl Flagellaten überzeugt haben, dass die Geisseln, welche er stets recht fein auslaufend darstellt, eine sehr zarte Querstreifung, ähnlich den quergestreiften Muskelfibrillen, besitzen. Er beobachtete bei sehr starken Vergrösserungen und bei Behandlung mit Färbungsmitteln eine ziemlich rigide Membran der Geisseln*) und eine regelmässige Abwechslung heller schmälerer und dunkler breiterer Querstreifen im Geisselplasma. Die dunkeln Querstreifen sollen, wie genauere Beobachtung ergab, daher rühren, dass in regelmässiger Aufeinanderfolge dunklere, etwa elliptische Plasmapartien, welche die Dicke des Flagellums nicht ganz erreichen, in ein helleres Plasma eingelagert sind.

Wie schon Künstler hervorhebt, besitzen die Flagellen im Gegensatz zu dem gewöhnlichen Plasma eine sehr geringe Tingirbarkeit. Diese Eigenthümlichkeit finde ich ebenfalls, glaube sie jedoch nicht wie Künstler einer wenig durchdringlichen Geisselmembran zuschreiben zu müssen, sondern betrachte sie als eine besondre Eigenthümlichkeit des Geisselprotoplasmas.

Die Erscheinung, dass gewisse Flagellaten befähigt sind, sich mit ihren Geisseln (resp. einer derselben) vorübergehend festzuheften, deutet darauf hin, dass das Plasma der Geisseln nicht selten eine etwas klebrige Beschaffenheit besitzen oder doch anzunehmen im Stande sein muss.

C. Undulirende Membranen.

Einige wenige Flagellaten (und seltsamer Weise nur parasitische Formen) besitzen neben Geisseln noch eine oder zwei sogen. undulirende Membranen oder Säume. Für die seltsame Gattung Trypanosoma wenigstens ist dies seit lange anerkannt. Es verdienen daher ihre Verhältnisse zunächst eine etwas genauere Berücksichtigung. Die Resultate der zahlreichen Beobachter erscheinen zu ergeben, dass die Gestalt der Trypanosoma in ziemlich hohem Grade veränderlich ist (wenigstens gilt dies für die häufigst untersuchte Form des Frosches). Letztere erscheint bald mehr birnförmig bis sackartig, bald dagegen nahezu kuglig, während sie sich andrerseits sehr in die Länge zu strecken vermag, so dass ihre Form eine wurmförmige werden kann (s. T. 39). Es unterliegt keinem Zweifel, dass die verschiednen Gestaltungen von einem und demselben Individuum durchlaufen werden; die Organismen scheinen sich namentlich beim Uebergang von der Bewegung zur Ruhe, oder bei eintretender Ermattung aus der länglichen Bewegungsform zu den kürzeren Gestalten zusammenzuziehen. Andere Formen der Trypanosoma scheinen dagegen eine langgestreckte Gestalt dauernder zu bewahren, wenngleich eine eindringlichere Untersuchung vielleicht auch hier eine grössere Veränderlichkeit nachweisen wird.

Das eine Körperende trägt bei den genauest untersuchten Formen des Frosches und der Fische eine ziemlich ansehnliche Geissel, und diese

*) Auch Carter (100 a) glaubte s. Z. den Geisseln einen cuticularen Ueberzug zuschreiben zu dürfen.

geht, wie bei den meisten übrigen Flagellaten bei der Bewegung voran, so dass auch hier das Geisselende als das vordere bezeichnet werden darf. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass auch diejenigen Formen, bei welchen eine Geissel bis jetzt noch nicht beobachtet wurde, wenigstens zeitweise mit einer solchen ausgerüstet sein dürften. Als weiteres Bewegungsorgan functionirt nun neben dieser Geissel die undulirende Membran — eine hautartige, homogene, zarte Ausbreitung des Körperplasmas, die bei Tryp sanguinis längs der convexen Seite des Körpers hinabzieht und zwar gewöhnlich in seiner ganzen Ausdehnung. Während der Bewegung sieht man an dieser Membran eine grössere oder geringere Anzahl wellenförmiger Ausbuchtungen hinziehen und zwar sollen dieselben nach Ray Lankester zeitweise nach der einen, zeitweise nach der entgegengesetzten Richtung laufen. Diese Ausbuchtungen geben der Membran bei flüchtiger Betrachtung ein ausgezacktes Ansehen, wie sie denn auch von den früheren Beobachtern (speciell Gruby, T. 39, 5 f) dargestellt wurde, ja diese Auszackungen konnten sogar für Cilien gehalten werden (Wedl und neuerdings wohl auch Rättig). Der Verlauf der Membran längs des Trypanosomakörpers scheint zuweilen ein etwas schraubiger zu sein (Certes, Mitrophanow, T. 39, 6 a), jedoch scheint es mir schwierig zu entscheiden, ob dies nicht nur darauf beruht, dass der Körper unsrer Form (namentlich im längsgestreckten, wurmförmigen Zustand) gewöhnlich selbst eine Anzahl schraubenförmiger Windungen macht. Wo diese Windungen nicht ausgebildet sind, scheint auch die Membran nahezu ungewunden an dem Körper hinabzuziehen.

Eine Reihe von Beobachtungen (Gaule, Mitrophanow) weisen darauf hin, dass die geschilderte Membran nicht eine bleibende, unvergängliche Einrichtung ist. Zunächst zeigt sich ihr Ausbildungsgrad (speciell bei der Trypanosoma sanguinis und der Form aus Cobitis fossilis) ziemlich variabel. Während sie bei schwächerer Entwicklung von der Geissel scharf getrennt erscheint, fliesst sie bei ansehnlicher Ausbildung mit derselben gewissermaassen zusammen, so dass die Geissel dann gleichsam eine Art Anhang der Membran vorstellt. Andrerseits scheint die Membran aber auch gänzlich eingezogen werden zu können, ja es ist nicht unwahrscheinlich, dass unsre Organismen unter Rückbildung der Geissel wie andre primitive Flagellaten in einen amöboiden Zustand überzugehen vermögen. — Im Hinblick auf das ähnliche Verhalten der Geisseln scheint es interessant, dass sich nach Certes (189) auch die undulirende Membran sehr schwierig färbt.

Wie früher bemerkt, finden wir noch bei zwei weitern Geschlechtern parasitischer Flagellaten (Trichomonas und Hexamitus) ähnliche Einrichtungen, wenngleich Stein denselben nicht den Charakter wirklicher schwingender Säume zuschreiben zu dürfen glaubt. Schon früher wurde auf die Controverse hinsichtlich der undulirenden Membran der Trichomonas hingewiesen. Wie gesagt, ist es nach Stein keine eigentliche undulirende Membran, welche das früher auf eine Cilienreihe bezogene Bewegungsphänomen auf

der Bauchseite der Trichomonas hervorruft, sondern dies würde dadurch bewirkt, „dass der überaus weiche Körper auf der einen Seite schnell hinter einander spitzzähnige oder abgerundete Fortsätze hervortreibt, welche zusammen den Eindruck hervorbringen, als verlaufe unaufhörlich eine Welle nach der andern von vorn nach hinten über den betreffenden Körperrand.“ Eigene in Gemeinschaft mit Blochmann vorgenommene Untersuchungen ergaben jedoch bei Trichom. vaginalis und Batrachorum, dass das Phänomen auch hier durch eine deutliche undulirende Membran verursacht wird. Der etwas verdickte freie Rand dieser Membran kann sich beim Abtödten der Trich. Batrachorum zuweilen ablösen und hierauf beruht es wohl, dass Grassi (193) statt der Membran eine wellige Geissel annahm. Bei Trich. Batrachorum dehnt sich die Membran bis gegen das hintere Körperende aus und setzt sich in eine zarte freie Geissel fort. Dieser directe Uebergang der Membran in eine Geissel dürfte beweisen, dass zwischen beiderlei Gebilden eine innige Verwandtschaft existirt und diese Erfahrung wird, wie wir früher gesehen haben, auch noch dadurch besonders unterstützt, dass die ohne Zweifel mit Trichomonas sehr nahe verwandte Trichomastix an Stelle der Membran eine durchaus freie hintere Geissel besitzt.

Letztere Gattung zeigt noch eine hochinteressante Erscheinung, welche für das Verständniss der undulirenden Membran überhaupt sehr bedeutungsvoll erscheint. Wird sie durch Druck stark abgeplattet, so gehen die vier Geisseln ganz verloren, dagegen beginnen nun die Körperränder andauernd wellige Bewegungen auszuführen, die sich in jeder Hinsicht der Wellenbewegung der geschilderten undulirenden Membranen an die Seite stellen lassen. Diese Erscheinung findet vielleicht auch darin ein Analogon, dass Stein in der vorderen Körperhälfte des Hexamitus intestinalis zuweilen jederseits einen ähnlichen Saum undulirender Fortsätze wahrgenommen hat.

D. Die Cuticular- und Schalenbildungen der Flagellata.

Einer grossen Anzahl unsrer Organismen fehlt eine häutige Umhüllung des plasmatischen Körpers gänzlich. Besonders deutlich tritt dies ja bei denjenigen einfacheren Formen der drei Abtheilungen der Monadina, Iso- und Heteromastigoda hervor, welche entweder dauernd oder doch während gewisser Lebensepochen amöboide Bewegungserscheinungen zeigen. Bei zahlreichen kleineren Formen mit gestaltsbeständigem Körper ist sicherlich keine wahre Zellmembran einigermaassen scharf differenzirt. Dennoch müssen wir der oberflächlichsten Körperschicht derselben eine grössere Starrheit, also in gewisser Hinsicht die Eigenschaften einer Membran zuschreiben, ohne dass sich dieselbe jedoch von dem unterliegendem Plasma, in das sie ganz allmählich übergeht, sondern liesse. Diese Beschaffenheit dürfen wir, meiner Ansicht nach, durchweg den formbeständigen Gliedern der Monadinen, einer nicht geringen Anzahl der Isomastigoden, sowie den kleineren Heteromastigoden zuschreiben.

Von dem eben geschilderten Zustand führen ohne Zweifel gewisse Uebergangszustände zu den Formen mit wohl differenzirter sogen. Cuticula, d. h. einer dem Plasmakörper dicht und innigst aufliegenden Zellhaut. Wahrscheinlich werden wir in der Gruppe der Euglenoidina, von welcher zahlreiche Angehörige eine gut entwickelte Cuticula besitzen, solchen Uebergangsformen begegnen.

Von den Cuticularbildungen unterscheiden wir auch hier die Schalen- oder Gehäusebildungen wesentlich nur dadurch, dass diese Umhüllungsgebilde dem Körper nicht mehr dicht aufliegen, sondern ihm nur lose verbunden sind, also der Körper sich mehr oder minder frei in der ihn umschliessenden Schale befindet. Natürlich konnte dieser Zustand nur aus einem solchen hervorgehen, wo die sogen. Schale ähnlich einer Cuticula oder eigentlichen Zellhaut dem Plasmakörper, von dem sie gebildet wurde, dicht auflag. Wir halten es daher für wohlberechtigt, die Gehäuse- oder Schalenbildungen im Allgemeinen gleichfalls in die Kategorie der Zellmembranen einzureihen, wenngleich sich Stein (167) sehr entschieden gegen eine solche Auffassung ausgesprochen hat.

Dass ein in einer solchen Schale eingeschlossner Flagellatenkörper zuweilen ausserdem noch eine besondre Cuticula besitzt, kann jedenfalls nicht gegen unsere Auffassung sprechen und selbst der Fall, dass bei gewissen Euglenoidinen die Schalenhülle erst nachträglich als eine äussere Abscheidung ausserhalb einer bereits existirenden Cuticula gebildet wird, kann meiner Ansicht nach die Einreihung der Schalenbildungen in die Reihe der Zellmembranen nicht beeinträchtigen. Gerechtfertigter würde eine schärfere Scheidung der Cuticular- und Schalenbildungen dann erscheinen, wenn sich nachweisen liesse, dass ihre Entstehung eine wesentlich verschiedene ist. Für die ersteren ist sicherlich eine Entstehung durch Differenzirung der äussersten Plasmaschicht des Körpers anzunehmen, für die letzteren dagegen scheint es in einer Reihe Fälle sehr wahrscheinlich, dass ihre Bildung durch Secretion geschieht. Dennoch scheint es zur Zeit nicht möglich, auf diese Unterschiede gestützt beiderlei Gebilde schärfer zu sondern.

1) Cuticularbildungen. Wie bemerkt, treten dieselben in der Abtheilung der Euglenoidina sehr allgemein verbreitet und am besten ausgebildet hervor. Wir wollen daher zunächst auf die Verhältnisse bei dieser Gruppe einen Blick werfen*). Der stärksten Entwicklung der Cuticula begegnen wir hier, wie zu erwarten, bei jenen ganz starren und gestaltsbeständigen Formen, welche Stein zur Familie der Chloropeltideae zusammenfasste (Lepocinclis und Phacus). Die sehr resistente und ziemlich dicke Cuticula dieser Formen ist dann am besten zu studiren, wenn nach dem Absterben der Organismen das gesammte Plasma im Lauf der Zeit zerstört wurde und die Cuticula nun als eine glasartig durchsichtige und homogene Haut rein und isolirt vorliegt. Dieselbe umkleidet hier wie bei den übrigen Euglenoidina den Körper allseitig und erleidet nur am Grunde des kurzen sogen. Schlundes, den sie sich einsenkend bildet, eine Unterbrechung. Eine stete Auszeichnung dieser Cuti-

*) Die Auffassung der Cuticularbildungen als Ectoplasma, welche Kent einzuführen sucht, scheint mir mit dem allgemeinen Begriff des Ectoplasmas, wie er sich namentlich auf Grund der Verhältnisse bei den Sarkodinen allmählich entwickelte, nicht vereinbar.

cula ist ihre Streifung, die wie die Formen mit gröberen Streifen erweisen, auf äusseren, schwach leistenartigen Erhebungen oder Verdickungen der Haut beruht. Diese Streifung ist entweder eine längs gerichtete (beide Gattungen z. Th.) oder umzieht den Körper mehr oder weniger deutlich schraubenförmig. — Die Streifen sind theils in geringer Anzahl vorhanden und dann durch ziemlich weite Abstände getrennt (so namentlich bei Phacus Pyrum und Lepocinclis hispidula) oder sie stehen dichter bis sehr dicht zusammen (letzteres namentlich bei Lepocinclis Ovum). Selten tritt noch eine besondere Verzierung der Streifen hervor, so sind sie bei Lepocinclis hispidula sehr deutlich gezackt, so dass die Cuticula hier äusserlich mit Längsreihen von Dornen verziert erscheint, bei Phacus longicauda dagegen erscheinen die Streifen bei sehr starker Vergrösserung aus einer Längsreihe sehr dicht zusammengestellter feiner Knötchen gebildet, während die die Streifen trennenden Cuticularbänder eine sehr zarte Querstrichelung aufweisen*).

Dünner, jedoch im Allgemeinen von entsprechender Bildung erscheint die Cuticula bei der Gattung Euglena, wo sie zuweilen gleichfalls noch hinreichend dick und resistent ist, um sich nach dem Absterben isolirt erhalten zu können, was zuerst Focke beobachtete. Immerhin ist die Cuticula der Euglenen biegsam und elastisch genug, um die energischen Gestaltsveränderungen des Körpers zu gestatten. Wie schon erwähnt, ist auch die Cuticula dieser Formen stets deutlich schraubig gestreift, doch ist die Streifung hier fast stets sehr zart und dicht, so dass sie erst bei ziemlicher Vergrösserung deutlich wird. Bei Euglena Ehrenbergii Kl. sah Klebs noch ein zweites zärteres Streifensystem das ersterwähnte kreuzen. Nur bei Euglena spyrogyra ist die Streifung weniger dicht und tritt auch dadurch noch deutlicher hervor, dass auf den Streifen Reihen knöpfchenartig über die Oberfläche etwas vorspringender Knötchen (trapezoidische Höckerchen nach Klebs) aufsitzen, ähnlich also wie es oben von dem Phacus longicauda geschildert wurde. Nach Klebs sollen sich bei Anwendung von Druck oder bei Behandlung mit Pepsin von den eigentlichen Cuticularstreifen zarte farblose Fäden abheben, auf welchen erst die Höckerchen sitzen. Auch zeichnet sich die Cuticula dieser Art nach ihm dadurch aus, dass sie durch Eisenoxydhydrat gelb bis braun, ja bei einer Varietät bis schwarz gefärbt ist. Besonders die Höcker treten durch intensive Färbung hervor. Schliesslich will Klebs beobachtet haben, dass die Höcker manchmal zum Theil abgestossen werden und sich hierauf wieder neu bilden. Doch gelang es nicht, die Bildungsgeschichte sicher zu ermitteln; gewisse Beobachtungen wiesen darauf hin, dass sich zuerst die erwähnten Fäden erzeugen, welche die Höcker tragen.

Dass die schraubige Streifung des Euglenenkörpers der Cuticula angehört, also sicherlich nicht eine plasmatische Differenzirung des Ecto-

*) Diese Querstreifung ist es jedenfalls, welche Klebs (206) neuestens als ein zweites bisher übersehenes spiraliges Streifensystem bei dieser Form und Ph. pleuronectes beschrieb.

sarks darstellt, welche, wie Stein annimmt, nach Analogie mit der Körperstreifung der Ciliaten mit den Contractionsvorgängen der Euglenen im Zusammenhang stehe, scheint sicher daraus hervorzugehen, dass die isolirte Cuticula die Streifung noch deutlich zeigt. Auch Klebs spricht sich neuestens entschieden gegen die Stein'sche Ansicht aus. Ebenso spricht die Uebereinstimmung der Streifen mit denjenigen der ganz starren Chloropeltidea, wo sie sicher cuticular sind, auf das entschiedenste gegen die Ansicht Stein's. — Mir scheint im Gegentheil die von Stein bekämpfte Ansicht Carter's (100), welche schon früher Perty äusserte: dass die Spiralstreifung der Euglenencuticula eine gewisse Vergleichbarkeit mit den Spiralverdickungen gewisser Pflanzenzellhäute zeige, nicht unplausibel.

Focke (58, 2) und später Carter (100)*) konnten zeigen, dass die isolirte Cuticula der Euglenen dem Verlaufe der Streifen entsprechend leicht einreisst, ja Carter sah dieselbe sogar in schraubenförmige Fasern zerfallen.

Hinsichtlich ihrer chemischen Beschaffenheit zeigt die Cuticula der seither geschilderten Eugleninen eine Reihe gradueller Verschiedenheiten, indem sie ziemlich Hand in Hand mit ihrer Dickenentwicklung auch mehr und mehr Resistenz erlangt, bis sie bei den Chloropeltidien sogar der Einwirkung concentrirter Schwefelsäure viele Stunden hindurch widersteht. Namentlich Klebs hat sich neuestens um die genauere Untersuchung derselben verdient gemacht und festgestellt, dass die Cuticula zahlreicher Euglenen schon durch concentrirte Essigsäure bis zur Unkenntlichkeit aufquillt, ebenso auch durch Kali. Eine eigentliche Auflösung erfolgt jedoch nicht, wie gewisse Versuche zeigen. Von diesem Verhalten führen ziemlich allmähliche Uebergänge zu der grossen Resistenz der entwickelteren Cuticularbildungen.

In keinem Fall gelang die Reaction auf Cellulose und ich kann dies nach zahlreichen Versuchen an den Chloropeltidien bestätigen. Mit Jod und Schwefelsäure tritt Braunfärbung ein. Im Allgemeinen nimmt die Tingirbarkeit der Cuticula in gleichem Grade, wie ihre Resistenzfähigkeit zunimmt, ab; als bestes Färbemittel erwies sich noch Hämatoxylin, doch färbt auch dieses bei Phacus nur schwach.

Durch Verdauungsversuche mit Pepsin, sowie durch Untersuchung der Wirkung der Fäulnissbacterien gelangte Klebs zu dem Resultat, dass diese Membran allgemein aus zwei verschiednen Stoffen besteht, einem der sich bei dieser Behandlung entfernen lässt und welcher daher wohl eiweissartiger Natur ist und einem zweiten, welcher hierbei als zusammenhängende oder in bandartige Streifen zerfallne, die Streifung noch zeigende Membran zurückbleibt, sich mit Jod nicht mehr färbt und sehr wenig in Kali quillt. Letzteren Stoff bezeichnet er als Zellhautstoff und

*) Doch verlegt auch Carter die Streifung irriger Weise in eine besondere Schicht unter die Cuticula.

seine chemische Natur ist zur Zeit noch unbestimmt. Auch die Höckerfäden der Euglena spyrogyra widerstehen der Behandlung mit Pepsin.

Im Allgemeinen scheint sich hieraus zu ergeben, dass die Resistenz zunimmt je mehr in der Cuticula der Zellhautstoff sich ausbildet und dass dieser in den so widerstandsfähigen Membranen der Chloropeltidien sehr überwiegt.

Mit Euglena stimmen nach Klebs bezüglich der Cuticula überein die nahe verwandten Geschlechter Ascoglena, Trachelomonas, Menoidium und Eutreptia und auch die Cyclidiumformen, welche Klebs unter dem Namen Astasia beschreibt.

Auch bei einigen weiteren mit Euglena verwandten Geschlechtern findet sich eine ähnliche zarte schraubige Streifung, wenngleich eine deutliche Cuticula hier nicht immer mit Sicherheit nachgewiesen ist (Astasia, Peranema, Urceolus, Zygoselmis und Heteronema. Auch die zu den Heteromastigoden gehörige Anisonema zeigt nach Klebs die Spiralstreifung). Bei Peranema hat sich jedoch Klebs von der in concentrirter Essigsäure verquellenden Cuticula überzeugt und die Gegenwart der Spiralstreifung scheint im Allgemeinen das Vorhandensein einer entsprechenden Cuticula sehr wahrscheinlich zu machen.

Für diese Auffassung spricht weiterhin ein Zustand des interessanten Urceolus, den ich einmal zu beobachten Gelegenheit hatte; hier hatte sich der Weichkörper in seinem vorderen Theil von einer nun deutlich gestreiften zarten Cuticula ganz zurückgezogen und sich kuglig zusammengeballt, während die vorne freie Cuticula noch die eigenthümliche kelchartige Beschaffenheit des Peristoms darbot. Die Geissel fehlte. Mit Kali verquillt die Cuticula jedoch bis zur Unkenntlichkeit.

Aus dem Vorbemerkten geht wohl sicher hervor, dass die Cuticularbildung unter den echten Euglenoidinen ganz allgemein verbreitete zu sein scheint, so dass wir sie auch den übrigen, bis jetzt noch nicht genauer studirten Formen wohl zuschreiben müssen.

In der umfangreichen Abtheilung der Isomastigoda scheint es nur sehr selten zur Entwicklung einer wahren Cuticula zu kommen. Mit einiger Sicherheit dürfen wir eine solche wohl nur der interessanten Gattung Synura zuschreiben (T. 43, 1). Die Synura-Individuen zeigen entweder eine etwas unregelmässig körnelige, zarte Hüllschicht, oder häufiger ist dieselbe über die gesammte Körperoberfläche zu einem etwas unregelmässigen Stachelkleid ausgewachsen, dessen Stacheln entweder nur kurz sind oder zu recht beträchtlichen Anhängen heranwachsen. Ueber die chemische Beschaffenheit dieser Cuticula und ihrer Stacheln ist zur Zeit nichts Sicheres bekannt, jedoch scheint dieselbe aus keinem sehr resistenten Stoffe zu bestehen. Dieselbe Hülle sammt Stachelkleid zeichnet auch die zweifelhafte Gattung Mallomonas Perty's aus, welche Stein überhaupt nicht für eine selbstständige Form gelten lässt, sondern auf abgelöste, isolirte Individuen der koloniebildenden Synura zurückführt.

Da aber sicher auch eingeisselige Formen existiren, welche der Beschreibung Perty's entsprechen, während die Individuen der Gattung Synura stets zweigeisselig sind, so scheint es noch unsicher, ob nicht doch eine besondere Gattung Mallomonas festzuhalten ist,

welche Ansicht Kent vertritt. Die Bestachelung des Mallomonas zeigt nun eine gewisse, jedenfalls aber passive Beweglichkeit, welche schon Fresenius (93) beobachtete; die Stacheln legen sich nämlich bei der Bewegung unsrer Wesen dem Körper mehr an, d. h. sie werden ohne Zweifel durch den Widerstand des Wassers zurückgebogen. Auch beobachtete Fresenius öfter, dass die Richtung, in welcher die Stacheln vom Körper abstehen, langsam verändert wird. Wie gesagt, ist aber diese Beweglichkeit der Stacheln jedenfalls eine durchaus passive, und es scheint in hohem Maasse irrthümlich, wenn Kent die Stacheln des Mallomonas für Cilien erklärt und unsere Form demgemäss unter die Cilioflagellaten stellt.

Ganz kurz möchten wir an dieser Stelle noch der von der gewöhnlichen Auffassung sehr abweichenden Vorstellungen Künstler's (190) über den Bau der Körperhülle der Gatt. Cryptomonas hauptsächlich gedenken. Gegenüber der auch von mir getheilten Ansicht, dass diese Form nur eine äussere verdichtete Hautschicht besitzt, was auch bei der nächstverwandten Gatt. Chilomonas durch das leicht eintretende Zerfliessen des Körpers bewiesen wird, gelangte K. zu dem Resultat, dass das sogen. Integument der Cryptomonas aus nicht weniger wie vier Schichten zusammengesetzt sei. Die äusserste dieser Schichten, welche er speciell als Cuticula bezeichnet, sei farblos, die drei inneren dagegen grün pigmentirt. Aus diesen Angaben geht zunächst hervor, dass K. in jedenfalls irriger Weise die später zu besprechenden Entochromplatten (Chromatophoren) zu dem Integument hinzuzog. (Vergl. daher auch weiter unten im Kapitel über die Chromatophoren.) Der äussersten Integumentalschicht, seiner sogen. Cuticula, schreibt K. eine zarte, oberflächliche Spiralstreifung, ferner eine verdichtete und geschichtete äussere Region und eine tiefe Lage zu, welch' letztere durch Einlagerung zahlreicher von flüssigkeitsreichem Plasma gebildeter Vacuolen in der Flächenansicht eine netzartige Zeichnung darbieten soll. Eine ähnliche Zeichnung findet er auch im Integument der sogen. Euglena oxyuris (der Abbildung nach jedenfalls E. spyrogyra), jedoch gründet sich diese Angabe sicher nur auf irrthümliche Auffassung der oben beschriebnen Cuticularzeichnung dieser Euglena. Auch für letztere Gattung, wie für Phacus macht K. den seltsamen Missgriff, die unter der eigentlichen Cuticula liegenden Chromatophoren als eine tiefe Integumentschicht zu beschreiben, wobei er denn natürlich auch in den Irrthum verfallen musste, dass die Euglenen eine zusammenhängende, gefärbte subcuticulare Lage besässen, an Stelle der thatsächlich vorhandenen discreten Chromatophoren. Wir begnügen uns hier mit diesem Hinweis auf die Künstler'schen Darstellungen und brauchen kaum eingehender zu betonen, dass uns dieselben grösstentheils irrig erscheinen. Die angeblich durch vacuoläre Einlagerungen hervorgerufene netzförmige Zeichnung, welche Künstler nicht nur dem Integument, sondern auch, wie wir noch sehen werden, zahlreichen weiteren Körpertheilen zuschreibt, lässt sich möglicherweise z. Th. auf die falsch gedeutete Beobachtung einer netzförmigen Plasmastructur zurückführen, welche ja auch bei den Flagellaten nicht fehlen wird.

2. Stiel- und Gehäusebildungen.

a) Stielbildungen. Bei einigen Flagellaten kommt es in ähnlicher Weise, wie wir dies schon bei gewissen Sarkodinen fanden, zur Bildung von stielartigen Trägern des Körpers, welche sich als Abscheidungen aus der hinteren, seltner dagegen der vordern Körperregion entwickeln. Besonders schön entwickelt begegnen wir solchen Gebilden zunächst bei der Familie der Dendromonadinae, wo die Koloniebildung gleichzeitig zur Entwicklung verästelter, baumförmiger Stiele führt. Hier ist es stets das hintere Körperende, welches durch seine Abscheidung den Stiel erzeugt und sein Weiterwachsthum bewirkt. Die Stiele von Dendromonas und Cephalothamnium (T. 41; 6, 8) werden von einer ziemlich steifen, durchsichtigen, homogenen und farblosen Masse gebildet, deren Verhalten gegen Reagentien zur Zeit nicht genauer bekannt ist. Sie scheinen weiter durchaus solid, nicht röhrig zu sein. Einer ganz entsprechenden Stielbildung be-

gegnen wir unter den Isomastigoda auch bei der Gattung Chrysalis (T. 44, 6), jedoch führt dieselbe hier nicht zur Entwicklung von Kolonien. Aehnlich erscheint weiterhin der meist kurze Stiel, welchen die sich festsetzenden Formen der Gattung Chlorangium (T. 44, 2) ausscheiden. Stein bezeichnet ihn als starr, Cienkowsky (134) dagegen als einen Schleimstiel. Dieser Chlorangiumstiel kommt jedoch nicht am Hinterende des Organismus zur Entwicklung, sondern da sich die freischwimmende Form mit ihrem geisseltragenden Vorderende festheftet, ist es dieses, welches die Ausscheidung des Stieles bewirkt. Sehr interessant erscheint es, dass wir eine zweite, jedoch den Euglenoidinen angehörige Form kennen, welche in einer ganz mit Chlorangium übereinstimmenden Weise Stiele bildet. Dies ist die Gattung Colacium (T. 47, 14). Auch sie geht unter Verlust der Geissel durch Festheftung mit dem Vorderende in einen gestielten Zustand über, doch unterscheidet sich derselbe von Chlorangium dadurch, dass bei der nun beginnenden Vermehrung durch fortgesetzte Zweitheilung allmählich verzweigte, baumförmige Stiele ähnlich wie bei den Dendromonadinen gebildet werden.

Durch eine Reihe besondrer Eigenthümlichkeiten zeichnet sich das Stielgerüst der zu den Dendromonadinen gehörigen, so vielfach untersuchten Anthophysa aus, weshalb wir erst an dieser Stelle etwas näher auf dieselbe eingehen. Die Stiele der Anthophysa werden wie die der übrigen Dendromonadinen von dem Hinterende der Individuen ausgeschieden; da jedoch hier, wie bei dem nahe verwandten Cephalothamnium die Individuen zu etwa halbkugligen Kolonien vereinigt sind, welche je einem Stiel (oder Zweig des Stielgerüstes) aufsitzen, so wird jeder Stiel gleichzeitig durch die Ausscheidung aller zu einer solchen halbkugligen Gruppe vereinigten Individuen erzeugt (T. 41, 5). Wie schon angedeutet, entwickeln sich auch die Stiele der Anthophysa zu dichotomisch verzweigten und häufig sehr ansehnlichen Gerüsten, indem die Individuengruppen der Stielenden sich zweitheilen und jede der so erzeugten Gruppen einen neuen Stielzweig bildet.

Die jugendlichen Stiele unsrer Anthophysa erscheinen wie die der seither besprochnen Formen farblos, ältere dagegen (oder die ältern Theile der Gerüste) nehmen allmählich eine gelbliche bis gelbbraune Färbung*) und nach Stein gleichzeitig auch eine starre, unbiegsame Beschaffenheit an, wogegen die noch farblosen Gerüste (oder die peripherischen Zweigenden älterer Gerüste) weich und biegsam sind. Ueber den feineren Bau der Stiele herrschen noch gewisse Zweifel; James-Clark (124) beschreibt dieselben als hohle Röhren und auch Stein bezeichnet sie als „solide Röhren"; gegenüber dieser Auffassung betonte ich seiner Zeit ihre solide Beschaffenheit und auch Kent, welcher dem Bau der Stiele viel Aufmerk-

*) Ob diese Färbung nicht auch durch eine Beimischung von Eisenoxydhydrat verursacht ist, wie dies Klebs für ähnliche Färbungen der Schalen gewisser Euglenoidinen erwies, bleibt zu untersuchen.

samkeit gewidmet hat, schliesst sich letztrer Ansicht an. Dagegen glaubt sich Balbiani (199) neuerdings wieder von der röhrigen Beschaffenheit jugendlicher Stiele sicher überzeugt zu haben und beobachtete gleichzeitig in deren Axe einen dunkleren Axenfaden. Das Material, welches den Anthophysenstiel zusammensetzt, ist nicht homogen, wie das der seither erwähnten Formen, sondern schon die jugendlichen und weichen Stiele oder Stieltheile besitzen stets eine etwas unregelmässig granuläre Beschaffenheit, welche in den älteren, bräunlichen Theilen einer feinen Längs- bis Spiralstreifung Platz macht. Nach Stein's Darstellung wird diese Streifung durch die Einlagerung zahlreicher feiner stäbchenförmiger Skeletgebilde hervorgerufen, welche denn auch die Starrheit dieser älteren Stieltheile bedingen sollen. Dagegen sprechen meine Beobachtungen wie die Kent's für eine zusammenhängende, etwas unregelmässige Streifung, resp. Faserung. Die granulöse Beschaffenheit der jugendlichen Stieltheile schreibt sich wahrscheinlich von der etwas seltsamen Entstehungsgeschichte des Stieles, welche zuerst durch Kent's Untersuchungen aufgeklärt wurde, her. Schon Ehrenberg machte die interessante Beobachtung, dass bei Fütterung der Anthophysakolonien mit Indigo die Farbstoffpartikel sich allmählich in grosser Menge an den obersten, jüngsten Stieltheilen ansammeln, so dass diese nach einiger Zeit ganz blau erscheinen. Kent verfolgte den Vorgang näher und fand, dass die von den Thieren aufgenommenen Farbstoffpartikelchen sehr bald wieder von deren Hinterenden ausgeschieden und so in die gleichzeitig secernirte weiche Stielmasse eingelagert werden. Diese interessante Beobachtung scheint nun den Schluss sehr wahrscheinlich zu machen, dass die Granulationen, welche die noch jugendlichen Stieltheile zeigen, auf Excretionsproducte zurückzuführen sind, welche, ähnlich wie die unverdaulichen Farbstoffpartikelchen, an den Hinterenden der Anthophysathiere ausgeschieden werden. Wie sich jedoch aus dieser granulären Beschaffenheit der jüngeren Stieltheile die streifige der älteren hervorbildet, scheint etwas zweifelhaft. Kent sucht dies so zu erklären, dass die Streifen den Antheil bezeichnen, welchen jedes Individuum einer Thiergruppe am Aufbau des Gesammtstiels genommen habe, eine Ansicht, welche schon früher James-Clark in ähnlicher Weise aufgestellt hatte. Hierfür spreche namentlich die Erscheinung, dass sich die Zahl der Streifen gegen das Ende des Stiels, resp. Stielzweiges, vermehre, entsprechend der Vermehrung der Individuenzahl der Gruppen durch fortdauernde Theilung.

Das Wachsthum des Antophysastiels scheint im Allgemeinen ein ziemlich rasches zu sein; bei Karminfütterung sah Kent den Stiel einer Gruppe in einer halben Stunde um etwa 0,034 Mm. wachsen, jedoch geschieht die Zunahme unter gewöhnlichen Verhältnissen gewiss beträchtlich langsamer.

Jedenfalls scheint die seiner Zeit von James-Clark geäusserte Ansicht, dass das Stielgerüste unsrer Anthophysa ein eignes actives Wachsthum besitze, nicht zutreffend, wenngleich gewisse eigenthümliche Verhältnisse in seiner Dickenzunahme eine solche Ansicht scheinbar unterstützen.

Unter normalen Wachsthumsverhältnissen, d. h. bei regelmässig fortdauernder Vermehrung der Einzelthiere der Gruppen ist a priori anzunehmen, dass die Dicke des Stiels (resp. der Stielzweige) nach den Enden zu etwas wächst. Dies tritt denn auch, wie es scheint, an den Stöcken mit individuenreichen Gruppen ziemlich deutlich hervor. Namentlich ist an solchen Stöcken, wie Stein ausführlich darstellt, das Ende der Stielgerüstzweige nahezu kuglig angeschwollen (T. 41, 5 i). Dagegen finden wir auch Stöcke, deren Gruppen sich durch Individuenarmuth gewöhnlich als schwächlich entwickelte verrathen, bei welchen sich das Stielgerüst von der Basis aus mehr und mehr verdünnt, bis schliesslich die freien Zweigenden ganz fein zugespitzt auslaufen (T. 41, 5 b), also genau das umgekehrte Verhalten wie im erstgeschilderten Fall darbieten. Derartige Stielgerüste könnten nun wirklich die Vermuthung hervorrufen, es fände ein nachträgliches actives Dickenwachsthum der Stiele statt. Dieser sehr unwahrscheinlichen Annahme dürfte jedoch die vorzuziehen sein, welche die abnorme Verdünnung der Stielzweige theils auf ungenügende Ernährungsverhältnisse der sie erzeugenden Gruppen, theils namentlich darauf zurückzuführen sucht, dass die Gruppen solcher Stöcke nicht eine fortdauernde Vermehrung ihrer Individuen, sondern wahrscheinlich eine allmähliche Verminderung derselben dadurch erfahren, dass sich fortdauernd Einzelthiere aus den Gruppen loslösen und diese so allmählich verarmen.

Ueber die chemische Natur der braunen, verhärteten Stielgerüste ist bekannt, dass sie selbst in kochender Kalilauge unlöslich sind, dagegen von concentrirter Schwefelsäure zerstört werden. Ob man ihre Substanz daher dem Chitin vergleichen will oder es mit Kent vorzieht, sie lieber dem Keratin zu nähern, scheint auf Grund unserer geringfügigen Kenntnisse zunächst ziemlich bedeutungslos.

b) Hüllenbildungen. *α*. Gallerthüllen. Zu den Hüllenbildungen im weitern Sinne rechnen wir auch die gallertigen Umhüllungen, welche gewisse Flagellaten, ähnlich wie früher besprochene Sarkodinen, besitzen. Wir sind hierzu um so mehr berechtigt, als eine Vergallertung häutiger Umhüllungen zu gewissen Zeiten auch bei Flagellaten beobachtet wird und sich bei pflanzlichen Organismen, wie bekannt, sehr häufig findet, andrerseits solche gallertige Umhüllungen den Charakter von Schalengebilden zuweilen ziemlich deutlich darbieten und durch Erhärtung allmählich in häutige Schalengebilde überführen können.

Schon unter den Rhizomastigoda treffen wir gelegentlich eine solche Gallerthülle an. Die Mastigamoeba (Rhizomonas) verrucosa Kent hüllt sich zuweilen, auf einer Unterlage aufliegend, in einen halbkugligen Gallertmantel, aus welchem allein die Geissel hervorragt. Besonders characteristisch werden jedoch derartige Gallerthüllen in der zu den Isomastigoden gehörigen Familie der Spongomonadinen, wo sich durch gleichzeitige Aggregation zahlreicher Individuen zu Gesellschaften oder Kolonien, wobei die Gallerthüllen der Einzelthiere zu einem gemeinsamen Mantel zusammenfliessen, grössere Gallertmassen bilden, welche dicht mit Individuen durchsetzt sind. In der Gattung Spongomonas bilden sich so auf einer Unterlage ruhende scheiben- oder bandförmige Gallertmassen, in welchen die kleinen Einzelthiere dicht unter der Oberfläche, ziemlich gleichmässig vertheilt, eingelagert sind (T. 42, 12 und 13). Jedes Thier liegt in einer engen, von Flüssigkeit erfüllten Höhle. Bei Spongomonas Uvella Kent dagegen sind die Gallerthüllen der Einzelindividuen etwas mehr gesondert,

indem sie sich beerenförmig zusammen gruppiren und nur an der Basis des Stockes zu einem gemeinsamen kurzen Stiel zusammenschmelzen. Eine im allgemeinen ähnliche Gestaltung zeigen auch die grossen Stöcke der Spongomonas Sacculus Kent, welche gewöhnlich frei von der Wasseroberfläche herabhängen (T. 42, 10). Die gesammte Gallertmasse besitzt hier eine etwa beutelförmige Gestalt, sackt sich jedoch im Laufe des Wachsthums in zahlreiche secundäre Beutel aus. Die Stöcke dieser Art erreichen eine Länge von nahezu 15 Mm.

Gewöhnlich scheint die Gallertmasse der Spongomonasstöcke eine ganz gleichmässige zu sein, nur in dem bandförmigen Gallertstock der Spongomonas Intestinum sah Stein (jedoch nur bei abgestorbnen Exemplaren) häufig einen medianen Längskanal (T. 42, 12).

Einen etwas anderen Habitus besitzen die gleichfalls gallertigen Gesellschaftsgehäuse der Gattungen Rhipidodendron (T. 42, 9) und Cladomonas (11), indem hier einmal jedes Individuum keine geschlossene Hülle, sondern eine an ihrem oberen Ende weit geöffnete Gallertröhre erzeugt und diese Röhren der Einzelindividuen grössere Selbständigkeit bewahren. Bei Rhipidodendron geht das prächtige, in einer Ebene fächerförmig sich ausbreitende Gesellschaftsgehäuse in der Weise hervor, dass die an ihrem hinteren Ende aufgewachsene Anfangsröhre sich, bei der fortdauernden Vermehrung der Einzelthiere durch Theilung, fortgesetzt dichotomisch gabelt. Alle Einzelröhren liegen, wie gesagt, in einer Ebene neben einander und verwachsen seitlich zu einem zusammenhängenden Fächer. Indem diese Verwachsung jedoch bei fortdauerndem Wachsthum zeitweilig unterbleibt, spaltet sich der Fächer fortgesetzt in eine Anzahl, je aus einer gewissen Zahl von Röhren bestehender, secundärer Strahlen. Wie bemerkt, liegen die Röhren gewöhnlich einschichtig in einer Ebene neben einander, doch kommt es auch nicht selten durch leicht verständliche Abänderung des Wachsthums zur Bildung von Fächerstrahlen, welche aus zwei Röhrenlagen bestehen.

Das Gesellschaftsgehäuse von Cladomonas (T. 42, 11) unterscheidet sich wesentlich dadurch von dem eben beschriebenen, dass die sich fortgesetzt dichotomisch verästelnden Gallertröhre mit ihren Zweigen nicht zur Bildung eines Fächers zusammentritt, also einen frei verästelten Baum bildet. Eine besondere Eigenthümlichkeit zeigen die Gerüste dieser Form nach Stein zuweilen, indem sich an jeder Verzweigungsstelle der Röhre ein braunes Band bildet, die Gesammtröhre also wie gegliedert erscheint.

Ohne Zweifel besitzen die im allgemeinen gallertigen Gehäuse der letztbeschriebenen beiden Gattungen eine etwas grössere Festigkeit, wie die der Spongomonas, da sie sich frei im Wasser erheben. Kent sucht dies darauf zurückzuführen, dass bei ihnen die innerste Röhrenschicht eine grössere Dichte und Festigkeit erlange.

Wie schon aus der Entwicklungsgeschichte der Röhrengehäuse hervorgeht, müssen die sie erzeugenden Thiere stets die äussersten Röhren-

enden bewohnen, ja sie ragen häufig mit ihren geisseltragenden Vorderenden noch etwas frei über die Röhrenränder hervor.

Noch eine andere Isomastigode aus der Familie der Chrysomonadinae, Syncrypta nämlich (T. 43, 3a), bildet eine Gallerthülle um ihren Kolonialstock, die sich im allgemeinen der von Spongomonas nahe anschliesst. Um die freischwimmende kuglige Kolonie bildet sich eine zusammenhängende, kuglige Gallerthülle aus, welche eine „scharf abgegrenzte, lichtere Höhle umschliesst" (Stein). Wahrscheinlich dürfte darnach hier, wie bei der gleich zu erwähnenden Uroglena der centrale Theil der Gallerte aus weicher, wenn nicht flüssiger Masse bestehen. Bei letzterer, von uns zu den Dinobryina gezogenen Gattung findet sich eine entsprechende, gemeinschaftliche, kuglige Gallertmasse, in welche die sehr zahlreichen Individuen peripherisch, dicht unter der Kugeloberfläche eingelagert sind. Auch hier scheint die Gallertkugel in ihrem centralen Theil eine flüssigere Beschaffenheit zu besitzen, da ich mehrfach lebhaft bewegliche Bacillariaceen in ihr beobachtete.

Eine gemeinsame Eigenthümlichkeit zeigen die Gallerthüllen sämmtlicher beschriebener Flagellaten darin, dass sie niemals homogen, sondern stets von zahlreichen feineren oder gröberen Körnchen dicht durchsetzt sind. Diese Körnchen sind gewöhnlich farblos, seltener braun wie bei Rhipididendron und Spongomonas Sacculus, wo sie dann dem gesammten Gehäuse eine braune bis rothbraune Färbung ertheilen*).

Die Natur der Granulationen glaubt Kent ähnlich beurtheilen zu dürfen, wie die der körnigen Einlagerungen des Anthophysastiels, er erblickt in ihnen nämlich Excretionsprodukte. Dass die Körnchen der Gallerte von den Flagellaten ausgeschieden werden, unterliegt wohl keiner Frage und demgemäss dürfen wir sie auch wohl als Excretionsprodukte gelten lassen. Weniger sicher scheint mir dagegen, ob dieselben, wie Kent für Anthophysa anzunehmen scheint, als unverdaute Nahrungsreste zu betrachten sind. Die, wie es scheint, im allgemeinen ziemlich gleichmässige Beschaffenheit der Granulationen, wie andrerseits die charakteristische Färbung der Körnchen gewisser Formen macht letztere Auffassung im Ganzen wenig wahrscheinlich. Auch die Entwicklung ähnlicher körniger Gallerte während des ruhenden Zustandes gewisser Formen (so Chrysomonas flavicans) scheint unsere Ansicht zu unterstützen, da es wenig wahrscheinlich ist, dass auch im geisellosen, ruhenden Zustand eine fortgesetzte Nahrungsaufnahme statthat.

Zum Beschlusse unsrer Betrachtung der Gallerthüllen müssen wir hier noch kurz der Erscheinung gedenken, dass gewisse Flagellaten vorübergehend unter besonderen Verhältnissen eine meist dünne, dem Körper dicht aufliegende Gallerthülle bilden. Eine solche tritt zuweilen bei der Monas vivipara auf (Bütschli, T. 40, 13a); nach James-Clark bekleidet sich auch die in Theilung eingehende Anthophysa mit einer Gallerthülle. Die genauesten Mittheilungen über eine derartige gelegentliche Einhüllung des Körpers machte neuerdings Klebs, welcher nachwies, dass gewisse Euglenaarten (hauptsächlich E. velata und sanguinea) unter ungünstigen äusseren Verhältnissen sehr rasch eine Schleimschicht abscheiden. Dabei gelang es nun weiter nachzuweisen, dass diese Schleim-

*) Ob durch Eisenoxydhydrat?

schicht ursprünglich keine homogene ist, sondern durch Ausscheidung zahlreicher, anfänglich gesonderter Schleimfäden entsteht. Dieselben wachsen allseitig und dichtgestellt über die Cuticula hervor und scheinen einen röhrigen Bau zu besitzen. Allmählich vereinigen sie sich jedoch mit einander zu einem netzigen Fadenwerk, das schliesslich durch weitere Aufquellung zu einer anscheinend homogenen Schleimhülle wird. Der Ursprung der Schleimfäden lässt sich bis unter die Cuticula verfolgen und mit Sicherheit feststellen, dass es die äusserste Plasmaschicht des Körpers ist, wo die Bildung derselben geschieht. Es sind kleine, stärker tingirbare Körperchen, resp. Partien dieser äussersten Plasmaschicht, von welcher die Schleimfäden ausgehen.

Bei den festsitzenden, koloniebildenden Eugleninen der Gattung Colacium scheint es stets und dauernd zur Bildung einer solchen Gallerthülle zu kommen, während die freibeweglichen Individuen derselben entbehren (T. 47, 16).

c) Häutige Schalen- und Gehäusebildungen. Wie bemerkt, scheint eine scharfe Grenze zwischen den jetzt zu beschreibenden Hüllen und den gallertigen kaum zu existiren. So scheinen einerseits gewisse Dendromonadinen, andrerseits die noch zu besprechende Gehäusebildung der Gattung Codonoeca einen Uebergang zu bilden.

Als Gehäusebildungen dürfen wir zunächst diejenigen hierhergehörigen Schutzhüllen bezeichnen, welche dem eingeschlossenen Weichkörper einen freien Spielraum gewähren und eine weite Oeffnung besitzen, sowie meist auch befestigt sind. Als Schalenbildungen dagegen diejenigen, welche den Körper allseitig und enger umschliessen und meist unbefestigt sind. Natürlich giebt es jedoch keine scharfe Grenze zwischen diesen beiden Kategorien.

Für die hier zu besprechenden Schutzhüllen gilt ganz allgemein, dass sie einen entschieden einaxigen Bau aufweisen, der theils ein ganz drehrunder theils ein zweistrahliger ist.

Beginnen wir unsere Betrachtung mit den Gehäusebildungen, weil diese sich in ihrem Bau den letztbetrachteten Gallertröhren zum Theil näher anschliessen. Derartige Gehäuse sind am verbreitetsten bei den Monadinen, sie bezeichnen hier die Familien der Codonoeciden, Bikoeciden, sowie die Gattungen Epipyxis und Dinobryon der Dinobryoninen. Ganz ähnliche Gehäuse kehren dann wieder unter den Isomastigoda bei den Gattungen Diplomita Kent und Chrysopyxis St. und interessanter Weise auch bei einer Euglenoidine der Gattung Ascoglena St.

Mit Ausnahme der Gattung Dinobryon, welche stets frei schwimmend gefunden wird, gehören alle erwähnten, gehäusebildenden Formen zu den aufgewachsenen und zwar geschieht die Befestigung gewöhnlich durch einen soliden, längeren oder kürzeren Stiel, welcher das eigentliche Gehäuse trägt, selten dagegen (Epipyxis T. 42, 2) durch das stielförmig ausgezogene Hinterende des eigentlichen Gehäuses. Direct auf der Unterlage aufgewachsen sind nur die Gehäuse der etwas

zweifelhaften Gattung Platytheca (T. 40, 8) und der Gattung Chrysopyxis (T. 43, 2). Die Gestalt der Gehäuse bietet im allgemeinen keine sehr erheblichen Variationen dar. Sie schwankt etwa zwischen ballonförmig mit etwas verengter Mündung (Platythea und Chrysopyxis), beutelförmig (Bikosoeca, T. 40, 11), fingerhutförmig mit weiter Mündung (Poteriodendron, Codonoeca, Diplomita, T. 40; 10, 9), bis mehr oder minder gestreckt vasenförmig (Dinobryon, Epipyxis, T. 42, 1—2) und dann gewöhnlich mit schön auswärts geschwungenem Mündungsrand. Als besondere Auszeichnung findet sich selten eine Längsrippung des Mündungstheils (so Codonoeca costata), oder die Bildung zweier stachelartiger Fortsätze am aboralen Ende des ungestielten Gehäuses zur Befestigung an der Unterlage (Chrysopyxis).

Die Substanz der Gehäuse ist fast immer eine ganz homogene, glasartig durchsichtige und auch meist ganz farblos. Bei der Euglenine Ascoglena (T. 47, 19) jedoch ist das Gehäuse feinkörnig und bis auf den weichen farblosen Mündungsrand durch Eisenoxydhydrat braun gefärbt (Klebs). Braun bis umbrafarbig ist auch meist das Gehäuse der Diplomita. Nur selten treffen wir besondere Einrichtungen zur Befestigung der Flagellaten in ihren Gehäusen. Dies ist der Fall bei der Familie der Bikoeciden (T. 40; 10 a und 11 a) sowie den Gattungen Dinobryon und Epipyxis (T. 41, 10, st und 42; 1—2). Bei diesen Formen ist es ein hinterer fadenartiger, gegen sein Ende zugespitzter Körperfortsatz, welcher die Befestigung im Grunde oder an der Seite des Gehäuses bewerkstelligt. Dieser Faden zeichnet sich weiter durch eine meist recht energische Contractilität aus und vermag daher den Körper zum Schutze mehr oder weniger tief in die Schale hinabzuziehen (T. 40, 11 c).

Schalenbildungen. Unter diesen schliessen sich zunächst die Schalen gewisser Euglenoidina, nämlich die der gestaltenreichen Gattung Trachelomonas, vermittelnd an die besprochnen Gehäusebildungen an. Diese stets deutlich einaxigen Schalen sind stets mit einer den vorderen Pol auszeichnenden, relativ engen und kreisrunden Mündung versehen, aus welcher die Geissel hervorragt. Der Thierkörper füllt die Schale häufig ganz vollständig aus, häufig jedoch auch nur theilweis, und da er wie der der naheverwandten Euglenen contractil ist, so kann er im letztern Fall seine Lage in der Schale verändern. Die Schalenwand ist stets relativ dick und ihre Substanz gewöhnlich recht starr und spröde, so dass die Schale durch Druck in scharfkantige Bruchstücke zersprengt wird.

Nicht ganz sicher scheint mir entschieden, ob die Trachelomonasschale nur aus einer einheitlichen Substanzlage besteht, oder ob sich z. Th. zwei Schichten unterscheiden lassen. Bei gewisser Einstellung erscheint nämlich bei der gemeinen Trachelomonas volvocina ein ziemlich dicker innerer, roth bis rothbraun gefärbter Saum der Schale, was schon Ehrenberg beobachtete und sich nicht recht zu deuten getraute; da jedoch bei etwas tieferer Einstellung dieser Saum ganz schwindet und die Schale dann ein bläulich glänzendes Aussehen bietet, glaube ich, dass es sich nur um ein optisches Phänomen handelt.

Die Gestalt der Trachelomonasschalen ist etwas variabel und schwankt bei den verschiednen Arten zwischen reiner Kugelform bis zum Ellipsoidischen und Eiförmigen, ja Cylindrischen (T. 47; 20, 21, T. 48; 1, 2). Letztere Schalengebilde erlangen sogar z. Th. einen etwas viereckigen Umriss, indem sich vorn und hinten eine Abplattung einstellt. Bei einigen Formen ist der aborale Schalenpol in ein Schwanzspitzchen ausgezogen, welches eine hohle Verlängerung der Schale zu sein scheint und bei zahlreichen tritt eine Bestachelung der Schalenoberfläche auf. Betrachten wir jedoch zunächst die Beschaffenheit der Schalenmündung etwas genauer, da auch diese eine Reihe von Variationen darbietet. Dieselbe ist entweder eine einfache kreisrunde Oeffnung, deren Rand etwas verdickt ist, so dass er sie wie ein Ringwulst umschliesst (T. 47, 21). Häufig wächst jedoch der Mündungsrand zu einem der Schale aufgesetzten Hälschen aus, das sich mehr oder weniger erhebt und dessen Ende bei gewissen Formen etwas gezackt oder in eine Anzahl deutlicher Zähne ausgezogen sein kann (T. 47, 20). Gewöhnlich ist jedoch sein Mündungsrand einfach glatt abgeschnitten. Die Entwicklung eines solchen Mündungshälschens scheint ziemlich zu variiren, da es bei gewissen Arten bald vorhanden ist, bald fehlt (Stein). Merkwürdig erscheint, dass als Abnormität auch gelegentlich (Tr. volvocina) ein Einwärtswachsen des Mündungsrandes beobachtet wurde, wodurch ein in das Schaleninnere hinabreichendes Mündungsrohr entsteht, eine ähnliche Abweichung, wie wir sie früher bei der Rhizopodengattung Lagena antrafen.

Die Schalenbestachelung findet sich in sehr verschiedenen Ausbildungsgraden. Schon bei Trachelomonas volvocina, welche gewöhnlich ganz glatte Schalen besitzt, tritt zuweilen auf der Schalenoberfläche eine Zeichnung dichtgestellter Punkte hervor, die eine Anordnung besitzen, welche an die Zeichnung der Arcellaschale erinnert. Schon Perty hat jedenfalls derartige Formen beobachtet und zeichnet bei ihnen eine den Punkten entsprechende deutliche Radiärstreifung des optischen Durchschnitts der Schalenwand. Eine solche Bildung beobachtete ich sehr deutlich bei Formen, die nach ihrer allgemeinen Gestalt entschieden als Varietät oder noch etwas unentwickelte Exemplare von Trachelomonas hispida zu betrachten sind (T. 48, 3). Hier trat auf der Schalenoberfläche die Zeichnung dichtstehender Punkte ebenfalls sehr deutlich hervor und zwar ist jeder der Punkte ein feines Knöpfchen, das sich nur wenig über die Schalenoberfläche erhebt. Im optischen Durchschnitt der Schalenwand erkennt man sehr deutlich, dass jedes Knöpfchen als ein etwas dunkleres Säulchen die gesammte Wanddicke durchsetzt, worauf eben die radiärstreifige Beschaffenheit der Schalenwand beruht*).

*) Diese Schalenstructur erinnert vielleicht an die Entstehung der Gallerthüllen der verwandten Euglenen aus Schleimfäden, wie sie früher (s. pag. 685) nach Klebs geschildert wurde.

Es scheint nun unzweifelhaft, dass die gleichmässige kurze Bestachelung, welche die Oberfläche der Schale bei den typischen Formen der Trachelomonas hispida gewöhnlich darbietet, aus einem stärkern Auswachsen dieser Knöpfchen hervorgegangen ist. Stein lässt zwar auf seinen Abbildungen die Stacheln direct aus der Schalenoberfläche entspringen.

Noch bei anderen Formen findet sich ein derartig gleichmässiges kurzes Stachelkleid, wogegen bei Tr. armata theils nur ein Kranz ansehnlicher hinterer Stacheln (T. 48, 1), theils auch um die Mündung eine kürzere Bestachelung auftritt.

Eigenthümlicher Weise will Stein bei Tr. hispida um die eigentliche Schale gelegentlich noch einen zarten Gallertbelag gefunden haben, doch scheint es etwas zweifelhaft, ob die Deutung dieser Beobachtung richtig ist. Andrerseits beobachtete er bei dieser Form gelegentlich auch eine zarte Spiralstreifung der innern Schalenfläche. Wie schon Perty bekannt war, ist die neuentstandne Schale der Trachelomonasformen ganz farblos und wie Klebs später fand, auch weich. Erst allmählich tritt ihre Erhärtung und Färbung auf, was beides nach Klebs' Erfahrungen auch hier auf der Imprägnirung mit Eisenoxydhydrat beruht*). Durch Behandlung der Schalen mit Salzsäure kann man ihnen daher sowohl ihre Farbe wie ihre Sprödigkeit entziehen; die rückbleibende Haut erweist sich quellbar und den gewöhnlichen Schleimhüllen der Euglenen ähnlich.

Die Schalenbildungen der Phytomastigoda unter den Isomastigoda, zu deren Besprechung wir jetzt übergehen, schliessen sich innigst an die gewöhnlichen Cuticular- oder Zellhautbildungen an und zeigen daher am besten, dass eine scharfe Scheidung zwischen Schale und Cuticula (resp. Zellhaut), die Stein durchzuführen sucht, nicht existirt. So bezeichnet Stein z. B. die Schalenhaut bei Polytoma und Chlamydomonas als Hülse, die derselben in jeder Beziehung entsprechende Hülle bei Chlorogonium und Spondylomorum dagegen als Cuticula. Wenn wir überhaupt eine Berechtigung suchen, die Hülle der Phytomastigoda an dieser Stelle unter den Schalengebilden aufzuführen, so finden wir dieselbe einmal darin, dass sich der Plasmakörper häufig mehr oder minder von der Hülle zurückzieht, oder die letztere sich von ersterem abhebt und dass die Hülle an der Vermehrung durch Theilung gewöhnlich keinen Antheil nimmt, sondern der Weichkörper sich innerhalb der Hülle theilt.

Wie schon aus dem eben Bemerkten hervorgeht, ist die Schalenhaut dieser Formen fast stets eine sehr dünne und daher meist auch nachgiebige, welche im Allgemeinen die Gestalt des weichen Plasmakörpers besitzt, diesen nicht selten dicht umschliesst (wie stets bei Chlorogonium [T. 44, 1] und sehr gewöhnlich bei der Polytoma Uvella), oder sich doch nur stellenweise vom Weichkörper abhebt. Eine solche Zurückziehung des Weichkörpers tritt bei schlecht genährten Individuen der Polytoma Uvella ge-

*) Bezüglich der Sprödigkeit scheint mir dies nicht ganz allgemein gültig, da auch Schalen ohne gelblichen Ton dieselbe aufweisen.

wöhnlich ein und erfolgt bald am Hinter- bald am Vorderende (T. 43, 4a—b); im letzteren Fall bleibt der Weichkörper vorn nur an der Durchtrittsstelle der Geisseln an der Hülle haften und zieht sich daher strangförmig aus. Bei Polytoma spicatum Krass. zieht sich der Weichkörper stets aus der hintern schwanzartigen Zuspitzung der Hülle zurück und dasselbe ist auch bei dem ähnlich gestalteten Spondylomorum der Fall (T. 45, 4).

Bei den verschiedenen Arten des Chlamydomonas und ebenso auch bei Carteria hebt sich die Schalenhaut allseitig etwas, jedoch nur wenig von dem Weichkörper ab (T. 43, 6, 8; 45, 2), sei es, dass eine Gallertbildung sich zwischenschiebt, oder Flüssigkeit die Abhebung bewirkt. Ganz entsprechend verhalten sich die Schalenhüllen der Einzelindividuen der Volvocineen: Gonium, Pandorina und Eudorina.

Viel ansehnlicher ist dagegen die Abhebung der Schalenhülle bei Haematococcus, so dass letztere den Plasmakörper hier wie ein weiter, von Flüssigkeit erfüllter Mantel umgibt und der Körper häufig nur durch das etwas schnabelartig ausgezogne Vorderende noch an der Hülle befestigt ist (T. 43, 9). Die Schalenhülle besitzt hier entweder noch dieselbe Gestaltung wie der Weichkörper oder nimmt bei der Abhebung eine abweichende viereckige bis herzförmige Gestalt an (Haem. alatus St.). Aehnlich wie bei Haematococcus scheint mir auch das Verhalten der Schalenhüllen der Einzelindividuen der Volvoxkolonien zu sein (T. 44, 10b—c). Auch diese haben sich von den sie erzeugenden Plasmakörpern weit abgehoben, sich jedoch bei der dichten, flächenhaften Zusammenlagerung der Individuen gegenseitig zu hexagonaler Form gepresst (10 b). Ferner ist jedenfalls eine Verschmelzung der sich berührenden Hüllen der Individuen zu einer einfachen Haut eingetreten.

Etwas abweichend von dieser Darstellung der Schalenhüllen der Volvoxzellen lautet die, welche gewöhnlich die Botaniker, so speciell Cohn, von denselben geben. Hiernach ist jede Volvoxzelle von einer dicken Gallerthülle umschlossen, die sich peripherisch hautartig verdichtet und nach innen „weich, fast flüssig“ wird. Mir scheint die erstbesprochne Auffassung im Allgemeinen wahrscheinlicher zu sein; sie ist die Stein's. Immerhin scheint die sichere Feststellung dieser Verhältnisse noch genauerer, namentlich durch Färbungsmittel unterstützter Versuche zu bedürfen. Hierzu gesellt sich noch ein weiterer zweifelhafter Punkt Stein scheint nämlich den einzelnen Volvoxzellen ausser der beschriebenen weitabstehenden Schalenhülle noch eine zweite, dem eigentlichen Zellkörper dichtaufliegende Hülle oder Cuticula zuzuschreiben, die sich mit einer flaschenhalsförmig ausgezognen, die Basen der beiden Geisseln umschliessenden Verlängerung an die peripherische Wand der äusseren Schalenhülle befestige und hier sollen dann die beiden Geisseln austreten. Schon Busk behauptete seiner Zeit die Existenz einer solchen besondern Hüllhaut der Zellen, ohne jedoch ganz sicher über diesen „quasi cell wall“ zu sein, wie er sie auch nannte. Mir scheint das Vorhandensein einer derartigen zweiten Hülle sehr unwahrscheinlich, da hiermit das Verhalten der später zu besprechenden plasmatischen Verbindungsfäden der Volvoxzellen nicht harmonirt. Es wird jedoch später im Kapitel über die Flagellatenkolonien auf diese Verhältnisse bei Volvox nochmals zurückzukommen sein.

Wie früher erwähnt, sind die bis jetzt beschriebenen Schalenhüllen der Phytomastigoda allseitig geschlossen, ohne besondere Mündung. Nur zum Durchtritt der beiden (resp. vier) Geisseln existiren zwei (oder vier?) ganz feine Poren, welche gewöhnlich sehr dicht zusammen, seltner etwas

weiter von einander abstehen. Eine besondere Ausbildung dieser Geisselporen weist nur die Gattung Haematococcus auf, indem hier, wie zuerst Cohn zeigte, die Poren ins Schaleninnere hinein zu zwei sehr zarten Röhrchen auswachsen können (T. 43, 9b).

Einige mit den bisher besprochenen nahe verwandte Formen besitzen etwas abweichende Schalenhüllen, die noch zu betrachten sind. So finden wir zunächst bei der Gattung Hymenomonas (T. 44, 5) eine dem Körper dicht aufliegende, weiche und feingekerbte, ziemlich dicke Hülle, welche sich vielleicht der früher bei der nahe verwandten Gattung Synura beschriebenen Cuticula zunächst anschliesst.

Einen ganz besonderen Bau besitzt die feste und relativ dicke Schale der Gattung Phacotus. Dieselbe ist bei Ph. lenticularis (T. 44, 3) regulär linsenförmig und wird von dem Plasmakörper fast stets nur theilweise erfüllt. Das Bemerkenswertheste ist ihre Zusammensetzung aus zwei Klappen, die im Aequator der Linse zusammengefügt sind. Der Rand jeder Klappe ist etwas wulstförmig verdickt, wodurch ein äquatorialer Wulst um die Linsenschale erzeugt wird. Bei der Fortpflanzung oder auch nach dem Absterben des Phacotus löst sich der Zusammenhang beider Klappen und dieselben fallen auseinander. Stein gibt bei den von ihm beobachteten Exemplaren eine im Aequator gelegene feine Oeffnung zum Durchtritt der beiden Geisseln an, während ich die beiden Geisseln nicht gemeinsam durch eine besondre Oeffnung, sondern ziemlich weit von einander austreten sah, indem sie ohne Zweifel zwischen den beiden Klappen hervortraten. Die Oberfläche der Schalenklappe weist eine besondre Zeichnung auf, welche Stein als körnig-schuppige Sculptur beschreibt, während ich eine Zeichnung sich kreuzender Kreise ähnlich wie auf der Arcellaschale beobachtete.

Nahe verwandt mit der Gattung Phacotus (wenn nicht zu ihr gehörig) ist eine von Carter (106) unter dem Namen Cryptoglena angulosa beschriebene Form (T. 44, 4), deren sehr abgeplattete Schale gleichfalls bei der Fortpflanzung in zwei Klappen zerfällt. Die Gestalt der Schale und ihrer Klappen ist jedoch nahezu herzförmig und in dem herzförmigen Ausschnitt erhebt sich, wohl durch beide Klappen gebildet, ein kurzer Fortsatz, welcher zum Durchtritt der beiden Geisseln dient. In der Profilansicht erscheint die Schale eigenthümlich Sförmig gebogen und zeigt sich, dass jede der Klappen noch mit zwei vorspringenden Querreifen ausgerüstet ist. — Hier scheint sich schliesslich auch die Gattung Coccomonas Stein's anzureihen, deren kuglige bis ovale, ziemlich dicke und spröde Schale im Allgemeinen den Schalenbildungen von Trachelomonas sehr gleicht, und auch wie diese vorn eine deutliche runde Oeffnung zum Geisseldurchtritt besitzt. Von der des Phacotus unterscheidet sich diese Schale durch ihre gelbe bis braune Färbung. Bei der Fortpflanzung zerspringt sie jedoch gleichfalls in zwei Hälften, welche aber, wie ihre zerrissnen Ränder beweisen, hier nicht als zwei Klappen präformirt waren.

Die interessante zweiklappige Zusammensetzung der Schale von Phacotus erinnert einerseits an die zweiklappigen Sporen der Myxosporidien, andrerseits an die Schalenverhältnisse der Bacillariaceen.

Was wir durch Stein über die Entstehungsgeschichte der Schale des Phacotus lenticularis erfahren haben, ist sehr interessant. Dieselbe tritt nämlich nicht in Gestalt eines zusammenhängenden Häutchens auf, sondern erscheint aus kleinen blassen Kügelchen zusammengesetzt, welche sich erst später zur zusammenhängenden Schale vereinigen müssen. Diese Entstehung der Phacotusschale ist um so interessanter, als sie eine gewisse Uebereinstimmung mit der früher (p. 685) geschilderten Entstehung der Schleimhülle gewisser Euglenen aus ursprünglich gesonderten Schleimtäden aufweist.

Die chemische Natur des Stoffes, aus welchem die Gehäuse und Schalenbildungen der Flagellaten bestehen, ist bis jetzt meist unbekannt. Dies gilt ganz allgemein für die Gehäuse und Stielbildungen, wir wissen nur, dass sie jedenfalls wesentlich aus einer organischen Substanz bestehen. Bei wenigen Schalengebilden ist Genaueres über diesen Punkt ermittelt worden. So ist es schon verhältnissmässig lange bekannt, dass die Schalenhüllen von Chlamydomonas und Haematococcus die Reactionen der Cellulose zeigen; bei ersterer Form bewies dies zuerst Caspary für die letztere dagegen Cohn 1854.

Bei den nahe verwandten Volvocinen scheinen dagegen die Hüllen keine sichere Cellulosereaction zu zeigen; nur bei Eudorina glaubte Carter (1858) die Cellulosenatur der Hüllen mit einiger Sicherheit nachgewiesen zu haben. Bei Gonium dagegen gelang dies Cohn nicht und auch Goroshankin konnte die Cellulosereaction bei den Volvocineen nicht erhalten. Ebensowenig gelang sie Cohn bei der mit Chlamydomonas so nahe verwandten Polytoma, was auch Schneider bestätigte.

Aus welchem Material die gewöhnlich so spröde und dicke Schalenhülle der Gattungen Trachelomonas und Phacotus besteht, ist noch nicht festgestellt. Sicher scheint nach dem schon früher Bemerkten nur, dass Ehrenberg und eine Anzahl weiterer Forscher sich irrten, wenn sie dem Trachelomonas eine kieselige Schale zuschrieben. Bei Trach. volvocina löst sich die Schale in concentrirter Schwefelsäure sofort auf, ja bei Tr. hispida schwindet oder verquillt sie schon in concentrirter Essigsäure vollständig.

Bei vielen Phytomastigoden zeigt die zarte Schalenhülle überhaupt eine sehr leichte Vergänglichkeit, d. h. sie löst sich unter gewissen Umständen von selbst im umgebenden Wasser auf oder verschleimt, wie die Botaniker sich ausdrücken. So vollzieht sich eine derartige Auflösung der Schale sehr rasch bei den Gattungen Polytoma und Chlorogonium nach geschehener Vermehrung des Weichkörpers, um die entstandne Brut zu befreien, und der gleiche Vorgang tritt überhaupt bei der Vermehrung der Phytomastigoden häufig auf, wie wir später noch sehen

werden. Bei Chlorogonium will Stein auch zuweilen eine Auflösung der Schalenhülle beobachtet haben, nachdem zunächst eine neue Hülle zur Ausbildung gelangte. Dieser Vorgang wäre daher als eine Art Häutung zu bezeichnen.

E. Einrichtungen zur Aufnahme fester Nahrung und zur Ausscheidung der Nahrungsreste.

Wenn wir die grosse Reihe der Flagellaten überschauen, so finden wir eine allmähliche Vervollkommnung der Einrichtungen zur Nahrungsaufnahme, welche sich bis zu einer Stufe der Ausbildung erheben, die hinter der der Ciliaten nicht wesentlich zurückbleibt.

a) Nahrungsaufnahme ohne wirklichen Mund und Schlund. Die Reihe beginnt mit solchen Formen wie die Rhizomastigoda, welche sich der Nahrung in amöben- oder heliozoënartiger Weise bemächtigen. Doch sind unsere Erfahrungen über diese Formen noch zu gering, um zu entscheiden, ob nicht z. Th. bei ihnen schon eine gewisse Localisation der Nahrungsaufnahme stattgefunden hat, so z. B. eine Stelle an der Geisselbasis hierzu besonders geschickt sei. Wir wissen ja, dass bei den höheren Ausbildungszuständen die Mundstelle fast stets an der Geisselbasis ihre Lage hat. Durch die Beobachtungen Kent's ist bekannt, dass sich gewisse Rhizomastigoden (so die sogen. Mastigamoeba simplex und die Gattung Actinomonas) ihrer Geissel bei der Nahrungsaufnahme bedienen, indem sie kleine Nahrungskörper mit derselben rückwärts gegen die Körperoberfläche schleudern, wo sie dann an beliebiger Stelle durch die Pseudopodien aufgenommen werden. Wir haben ferner schon früher erfahren, dass gewisse Flagellaten vorübergehend oder für längere Zeit die Gestalt nackter Sarkodinen annehmen können, wobei sie die Geisseln beibehalten oder verlieren können. Auch solche Formen sind in diesem Zustand natürlich meist befähigt, ihre Nahrung in sarkodinenartiger Weise aufzunehmen. Namentlich die Untersuchungen Cienkowsky's haben uns einige sehr interessante hierhergehörige Fälle kennen gelehrt. Der eigenthümlichste findet sich ohne Zweifel bei dem Bodo angustatus Dj. sp. (Cienkowsky's Monas amyli). — Diese zweigeisselige Form, welche Cienkowsky hauptsächlich in den Zellen faulender Kartoffeln antraf (die sich jedoch auch häufig frei im Wasser beobachten lässt), geht leicht in einen sarkodinenartigen Zustand über, der mit einer Anzahl langer fadenförmiger, sehr feiner Pseudopodien ausgerüstet ist (T. 46, 6d—e). Ob die Geisseln bei dieser Verwandlung stets schwinden, scheint aus gleich zu erwähnenden Gründen fraglich. In diesem Zustand frisst nun der Organismus und zwar in dem beobachteten Fall die ansehnlichen Stärkekörner der Kartoffelzelle. Er schmiegt sich an ein Stärkekorn (selten gleichzeitig mehrere) an und umfliesst dasselbe allmählich mit seinem Plasmaleib völlig (T. 46, f—h). Natürlich muss sich hierbei der Plasmakörper über das ihn an Grösse meist weit übertreffende Stärkekorn zu einer so zarten Schicht ausbreiten, dass dieselbe kaum sichtbar zu machen ist.

Andrerseits kann sich jedoch auch ein unveränderter Bodo einem Stärkekorn anlegen und dasselbe in entsprechender Weise umfliessen. Man sieht daher häufig an den umflossnen Stärkekörnern noch eine oder zwei, zuweilen sogar mehr thätige Geisseln entspringen und die Stärkekörner umherbewegen. Aus diesem Grund halte ich für wahrscheinlich, dass häufig auch im sarkodinenartigen Zustand die Geisseln noch existiren. Das gleichzeitige Vorkommen mehrerer Geisseln an einem umflossnen Stärkekorn erklärt sich ungezwungen theils dadurch, dass gleichzeitig mehrere Bodonen ein Korn umfliessen, theils durch das von Cienkowsky constatirte, häufige Zusammenfliessen mehrerer Individuen im sarkodinenartigen Zustand. Die Betrachtung des weitern Verhaltens unserer Form nach der Nahrungsaufnahme gehört ins Gebiet der Fortpflanzung und wird daher erst später geschehen.

Als weiteres hierhergehöriges Beispiel kennen wir durch die Untersuchungen Cienkowsky's noch die zu den Isomastigoden gehörige sogen. Pseudospora Volvocis, welche in sarkodinenartigem Zustand in Volvoxkolonien eindringt und deren Zellen oder ganze junge Kolonien frisst. Die sogenannten Pseudospora parasitica (eine eingeisselige, in die Nähe von Oikomonas gehörige Form), dringt in faulende Spyrogyrazellen ein und frisst in Amöbengestalt das Chlorophyll der Spyrogyrazellen auf.

Bei zahlreichen Monadinen finden wir eine Localisirung der Nahrungsaufnahme auf eine bestimmte Mundstelle, welche fast stets an der Geisselbasis gelegen ist.

Wenn wir auch an dieser Thatsache, welche durch zahlreiche Beobachter, seit Claparède und Lachmann, festgestellt wurde, nicht zu zweifeln berechtigt sind, so lässt sich andrerseits nicht in Abrede stellen, dass gewisse hierhergehörige Formen, bei welchen der gelegentliche Uebergang in einen sarkodinenartigen Zustand beobachtet wurde, während dieses ihre Nahrung auch an andern Körperstellen aufzunehmen vermögen.

Eine besondre Mundöffnung jedoch, welche ins Innre des Plasmakörpers führt, scheint bei diesen Formen durchaus noch nicht zu existiren, sondern die Nahrungsaufnahme geschieht bei den am genauest bekannten hierhergehörigen Beispielen in einer sehr seltsamen, zuerst von Cienkowsky festgestellten Weise. Am besten wurde dieser Vorgang bei der Gattung Monas durch den eben erwähnten Forscher (134) beobachtet, später studirte Bütschli (171) diesen Vorgang bei derselben Gattung und bei Oikomonas. Bei Monas sieht man von Zeit zu Zeit dicht neben der Basis der Geisseln und zwar da, wo die schiefe sogen. Mundleiste hinweist, einen sehr hellen, abgerundeten Fortsatz über die Körperoberfläche vorspringen, der zuweilen eine nicht unansehnliche Länge erreichen kann (T. 40, 12 b). Gleichzeitig schleudert die ansehnliche Hauptgeissel fortwährend kleine Körper der verschiedensten Art, welche in ihren Bereich gelangen, rückwärts diesem Fortsatz zu. Zahlreiche dieser Körperchen, welche dem Thier nicht zu conveniren scheinen, werden an dem Fortsatz vorbei geschleudert, plötzlich dagegen sieht man, wie ein passender Nahrungskörper auf denselben aufstösst und momentan in ihn

aufgenommen wird. Er liegt dann deutlichst in einer meist ansehnlichen Nahrungsvacuole in demselben eingebettet. Nach kurzer Zeit sieht man die Vacuole sammt dem eingeschlossnen Nahrungskörper sich in Bewegung setzen und an dem Seitenrand langsam hinabgleiten, bis sie schliesslich, gegen das Hinterende gelangt, allmählich in das centrale Plasma der Monas tritt und sich zu den schon vorhandnen Nahrungsvacuolen gesellt. Aus dem geschilderten Verhalten des Fortsatzes bei der Nahrungsaufnahme scheint mir sicher hervorzugehen, dass Cienkowsky recht hat, wenn er ihn als eine von einer sehr dünnen Plasmaschicht umschlossne Vacuole betrachtet, in welche sich der Nahrungskörper hineinsenkt und die über ihm sofort wieder geschlossen wird. Die Richtigkeit dieser Auffassung ergibt sich ferner wohl sicher daraus, dass ich häufig eine solche Mundvacuole, wie wir sie nennen wollen, sich erheben sah, die, ohne Nahrung aufgenommen zu haben, nach hinten abgeführt und zu einer gewöhnlichen Plasmavacuole wurde. Häufig scheint es jedoch auch vorzukommen, dass die Mundvacuole sich erst in dem Moment bildet, wo der aufzunehmende Nahrungskörper die Mundstelle berührt. Auch richtet sich die Grösse der Vacuole nach der Grösse des aufzunehmenden Nahrungskörpers; ist dieser sehr ansehnlich, z. B. ein langes Spirillum oder gar eine kleine Bacillariacee, so sieht man die Vacuole sich über die gesammte Seitenfläche der Monas ausdehnen, um die Umfliessung bewerkstelligen zu können (T. 40, 12a).

Ganz in derselben Weise geschieht nun die Nahrungsaufnahme auch bei der Oikomonas termo nach Bütschli's Untersuchungen und zwar entsteht hier die Mundvacuole stets in dem etwas lippenförmig vorspringenden Fortsatz neben der Geisselbasis (T. 40, 2b—d).

Wie die Schilderung zeigt, ist keine Berechtigung vorhanden, unsern Formen eine bestimmte Mundöffnung zuzuschreiben, wie dies z. B. James-Clark noch that, aber eine bestimmte Mundstelle ist jedenfalls vorhanden.

Nach den Beobachtungen Stein's und Anderer scheint es ziemlich sicher, dass die gleiche Art der Nahrungsaufnahme bei den Monadinen und kleinen Formen anderer Abtheilungen noch weiter verbreitet ist. Bei Cercomonas crassicauda, und Bodo ovatus bildet Stein eine bläschenförmige Mundstelle an der Geisselbasis ab und Kent gibt an, dass bei der ersteren Form die Nahrung durch eine an der Geisselbasis hervorquellende Plasmamasse aufgenommen werde.

Für sehr wahrscheinlich halte ich es, dass auch bei den mit Monas nahe verwandten Dendromonadinen die Nahrungsaufnahme wesentlich in derselben Weise geschieht. Dass dieselbe hier gleichfalls an der Basis der Geisseln stattfindet, beobachtete schon James-Clark und Stein bestätigte

*) Wir heben unsere Uebereinstimmung mit Cienkowsky's Auffassung der nahrungsaufnehmenden Vacuole dieser und verwandter Formen besonders hervor, da Kent die Vacuole nicht als solche gelten lässt, sondern einfach als hervorgedrungnes Plasma auffasst; daher wird es denn auch wohl möglich, dass bei einigen weiteren Formen, denen Kent eine entsprechende Nahrungsaufnahme zuschreibt, sich gleichfalls eine Mundvacuole findet.

dies. Die Mundstelle liegt hier auf der dem zungenförmigen Fortsatz des vorderen Körperendes entgegengesetzten Seite. Eine vorgebildete Mundvacuole scheint sich nicht zu finden; da jedoch die Nahrung gleichfalls von Vacuolen umschlossen wird, so glaube ich, dass dieselben sich auch hier im Moment der Nahrungsaufnahme bilden. Nach Stein's Abbildungen (s. T. 41, 5g) scheint es, dass sich der vordere Körperrand bei der Aufnahme grösserer Nahrungskörper stark ausbreitet, womit auch die Angabe Clark's übereinstimmt, dass Anthophysa einen sehr erweiterungsfähigen Mund besitze. Hierauf würde denn nach Stein (bei Anthophysa) der Nahrungskörper ins Körperplasma gedrängt werden, indem sich der vordere Körperrand über ihm zusammenlegt. Nach Clark dagegen soll die grosse Hauptgeissel die Nahrung in die Mundöffnung hinabdrücken, die kleine Nebengeissel dagegen sie herbeistrudeln.

Bei der Familie der Bicoecida liegt die Mundstelle in ähnlicher Weise zwischen der Geisselbasis und dem zungenförmigen sogen. Peristomfortsatz. Eine eigentliche Mundöffnung findet sich hier sicher nicht und ich beobachtete bei Bicosoeca die Nahrungsaufnahme mit Hülfe einer sich an dieser Stelle bildenden Mundvacuole, ähnlich wie seither beschrieben.

Da wir im Allgemeinen von der Nahrungsaufnahme der Isomastigoda sehr wenig wissen, so verdient jedenfalls an dieser Stelle noch besonders hervorgehoben zu werden, dass nach Carter's Angaben (117) die wahrscheinlich viergeisselige Collodictyon in amöboider Weise ihre z. Th. sehr ansehnlichen Nahrungskörper aufnehmen soll*). Wenn wir es auch nicht für wahrscheinlich halten, dass diese Form sich ihrer Nahrung wie eine wahre Amöbe bemächtige, so scheint aus diesen Mittheilungen doch hervorzugehen, dass sie sich in ihrer Nahrungsaufnahme den seither besprochnen Flagellaten nahe anschliesst. Hiermit stimmt denn weiter überein, dass auch Stein bei seinem Tetramitus sulcatus, welcher wahrscheinlich zu der Gattung Collodictyon gehört, keine besondere Mundeinrichtung beschreibt, obgleich er reichlich Nahrung aufnimmt.

Bei einer Reihe weiterer einfacher Flagellatenformen scheint die Vervollkommnung der Einrichtungen zur Nahrungsaufnahme schon etwas weiter gediehen zu sein, wenn wir die Stein'schen Angaben, welche ja bis jetzt nur sehr unvollständig vorliegen, richtig verstehen. Nach Stein ist nämlich bei gewissen Formen die Mundstelle zu einem in den Körper etwas eindringenden Ausschnitt geworden, wodurch eine Andeutung der Schlundbildung gegeben scheint, wie sie sich bei grösseren Formen entwickelter vorfindet. Bei Bodo saltans zeichnet Stein die Mundöffnung als einen Ausschnitt zwischen den Basen der beiden Geisseln, der bald geöffnet, bald geschlossen erscheint; bei dem Bodo caudatus (T. 46, 4a) eine an gleicher Stelle gelegne kleine Mundöffnung, die sich als ein feines Röhrchen

*) Das Collodictyon frisst nach Carter gelegentlich so lange Bruchstücke von Oscillarienfäden, dass dieselben vorn und hinten über den Körper hinausragen, wie ähnliches allerdings gewöhnlich nur bei wirklichen Amöben beobachtet wurde.

(Schlund) ein Stück weit ins Innere des Körpers verfolgen lässt. Mittels dieser Mundöffnung vermag der Bodo caudatus ansehnliche Nahrungskörper aufzunehmen, die wie es scheint nicht in Nahrungsvacuolen eingeschlossen werden, weshalb ihre Aufnahme wahrscheinlich auch ohne Vacuolenbildung stattfindet. Sehr seltsam ist, dass diese Form sich jedoch auch ihrer Mundöffnung in sehr abweichender Weise zur Aussaugung andrer Protozoën (Chlamydomonas und sogar Ciliaten) bedienen kann, wie zuerst Cienkowsky (seine sogen. Colpodella pugnax) und später wieder Stein beobachtete. Man sieht dann, wie ein oder mehrere dieser Bodonen sich mit ihren etwas spitz ausgezogenen Mundstellen an das auszusaugende Wesen festsetzen, wobei zugleich in die Schalenhülle des Chlamydomonas, wenn es sich um einen solchen handelt, ein feines Loch gebohrt oder durch Auflösung erzeugt wird. Hierauf wird die Körpersubstanz des Opfers allmählich in den Leib des Bodo herübergesogen.

Einen feinen Ausschnitt an der Basis der vordern Geissel deutet Stein auch bei Trichomonas als Mundöffnung, eigne Untersuchungen konnten dies jedoch nicht bestätigen.

Bevor wir zur Besprechung der höherentwickelten Einrichtungen zur Nahrungsaufnahme bei den Euglenoïdina und Heteromastigoda übergehen, müssen wir noch einige Worte über die Vorstellungen Kent's hinsichtlich der Nahrungsaufnahme der seither besprochnen einfacheren Formen zufugen. Kent sucht darzulegen, dass bei denselben überhaupt keine bestimmte Mundstelle vorhanden sei, sondern die Nahrung an ganz beliebigen Stellen der Körperoberfläche aufgenommen werden könne. Diese Eigenthümlichkeit scheint ihm so wichtig, dass er hierauf eine besondre grosse systematische Gruppe, seine Flagellata-Pantostomata gründet. Schon 1871 (138) hat er gegen James-Clark diese Ansicht für Oikomonas und Anthophysa zu vertheidigen gesucht. Was nun diese Gruppe der Flagellata-Pantostomata betrifft, so besteht sie zu einem grossen Theil aus Formen, über deren Nahrungsaufnahme nichts oder doch nichts Sicheres bekannt ist; ja es finden sich darunter sogar solche, wie die sogen. Ophidomonas, Polytoma und Carteria (Tetraselmis), die sicherlich niemals feste Nahrung aufnehmen.

Genauere, von Abbildungen begleitete Angaben über den Vorgang der Nahrungsaufnahme erhalten wir jedoch von Kent nur für wenige Formen seiner pantostomen Flagellaten, fast sämmtliche den Gattungen angehörig, deren Nahrungsaufnahme wir schon oben genauer besprochen haben: so Oikomonas, Monas (einschliesslich der sogen. Physomonas Kent's), Dendromonas (sogen. Cladonema Kent's) und Amphimonas. Seine Abbildungen zeigen nicht die Nahrungsaufnahme an beliebigen Stellen der Körperoberfläche, sondern nur, dass die Nahrungsvacuole mit eingeschlossener Nahrung an sehr verschiedenen Stellen der Körperseiten beobachtet wurde. Dagegen fehlt, wie bemerkt, der Nachweis, dass auch die Aufnahme der Nahrung selbst an der betreffenden Stelle geschehen sei. Alle die zum Beweis vorgebrachten Abbildungen lassen sich auch leicht auf Grund der von uns geschilderten Nahrungsaufnahme an der Geisselbasis erklären, wenn wir uns erinnern, dass die Mundvacuole, nachdem sie die Nahrung umschlossen hat, allmählich an der Seite des Körpers nach hinten rückt und so leicht den irrigen Anschein erwecken kann, als sei die Nahrung auch da aufgenommen worden, wo gerade die Vacuole zur Zeit der Beobachtung bemerkt wurde. Etwas grösseres Bedenken kann die Angabe Kent's erregen, dass er bei Monas vivipara die Nahrungsaufnahme an sich gerade gegenüberstehenden Körperstellen beobachtet habe, da selbst, wenn wir annehmen, dass es sich hier nur um vorspringende, nach hinten gerückte Nahrungsvacuolen gehandelt hat, deren Auftreten an gegenüberliegenden Körperstellen mit unsrer Auffassung nicht recht harmonirt. Jedenfalls scheint mir jedoch aus dieser Besprechung der Kent'schen Angaben hervorzugehen, dass sie nicht im Stande sind, die behauptete allseitige Aufnahme der Nahrung bei den sogen. pantostomen Flagellaten zu erweisen und dass daher auch die gesammte Gruppe nicht als eine

natürliche zu betrachten ist. In ähnlichem Sinne hat sich auch schon Balbiani (201) neuerdings ausgesprochen. Immerhin ist der Process der Nahrungsaufnahme mit Hilfe der Mundvacuole ein so einfacher, dass sich von vorn herein nicht leugnen lässt, dass bei gewissen Formen gelegentlich eine solche Nahrungsaufnahme auch an anderen Körperstellen auftreten könne, jedoch scheinen, wie bemerkt, die übereinstimmenden Angaben der übrigen Forscher, Clark, Cienkowsky, Stein und Bütschli, sicher darauf hinzuweisen, dass sich die gewöhnliche Stelle für die Nahrungsaufnahme an der Geisselbasis findet. Nur Cienkowsky theilte in früherer Zeit (124) mit, dass er bei zwei kleinen Flagellaten die Nahrungsaufnahme mittels Mundvacuole am Hinterende beobachtet hat. Die eine derselben scheint sich Oikomonas nahe anzuschliessen, die andere, als Bodo bezeichnete, ist eine zweifelhafte Form (vielleicht eher eine Cercomonas). Doch auch diese sehr knappe Mittheilung des genauen russischen Beobachters scheint mir etwas unsicher, da auch sie nicht stricte den Beweis führt, dass die am Hinterende, in einer vorspringenden Vacuole beobachtete Nahrung wirklich an dieser Stelle aufgenommen wurde.

b) Echte Mund- und Schlundbildungen der Euglenoidina und Heteromastigoda. Wie schon bemerkt, erblicken wir in den jetzt zu besprechenden Einrichtungen der grössern Flagellaten Weiterbildungen der Mundstelle der seither besprochnen. Dies ergiebt sich auch schon aus der Lage des Mundes, welche sich stets dicht bei der Geisselbasis findet. Im Allgemeinen müssen wir uns die Entstehung eines solchen Mundes und Schlundes in der Weise vorstellen, dass sich die ursprünglich an der Körperoberfläche gelegene Mundstelle tiefer ins Innere des Plasmakörpers einsenkte, wodurch ein trichter- bis röhrenförmiger sogen. Schlund entstand, dessen äussere Eingangsöffnung nun gewöhnlich als Mundöffnung bezeichnet wird. Da dieser Schlund durch Einsenkung des oberflächlichen Körperplasmas entstand, so ist er auch wie dieses von einer dichteren Hautschicht ausgekleidet, respective setzt sich die Cuticula in den Schlund fort. Zuweilen ist auch die Hautschicht des Plasmas, welche den Schlund auskleidet, in besonderer Weise differenzirt.

Betrachten wir uns zuerst die Verhältnisse bei den Euglenoidina. Die Mundöffnung liegt bei den hieher gehörigen Familien der Petalomonadina, Astasiina und Peranemina stets direct an, respective mehr um die Geisselbasis, so dass schon durch ihre Lage gewöhnlich eine Bauchseite angedeutet wird. Bei den abgeplatteten Formen ist denn auch die Oeffnung auf die beim Hingleiten untere und flache Bauchseite gerückt. Diejenige Form, welche eine solche Gestaltung am deutlichsten darbietet, die Gattung Petalomonas (T. 47, 2), zeigt gleichzeitig auch ziemlich die einfachsten Verhältnisse des Mundapparates, so dass nach meiner Auffassung hier von einem Schlund eigentlich nicht die Rede sein kann. Ich finde bei der häufigen P. abscyssa Dj. am Vorderende der abgeflachten Bauchseite eine etwas schiefdreieckige, hellere, sehr flache Einsenkung, an deren hinterer Spitze die Geissel ihren Ursprung nimmt. Diese helle Einsenkung muss als die hier sehr wenig deutliche Mundstelle betrachtet werden, die sich noch nicht zu einem Schlund vertieft hat. Die Nahrungsaufnahme geht so vor sich, dass kleine Nahrungskörper (Bacterien und kleine Körnchen unbestimmter Natur) — und nur solche scheinen unsere Formen aufzunehmen — durch die Geissel zu der Mundstelle geschleudert werden, wo sie sich anhäufen und schliesslich eindringen, ja zuweilen sieht man sogar

kleine Körnchen so heftig gegen den Mund geschleudert werden, dass sie, sofort eindringend, in gerader Richtung durch den gesammten Plasmaleib bis ins Hinterende der Petalomonas fahren. Eigenthümlich zuckende Bewegungen, welche das Plasma hinter der Mundstelle häufig macht, scheinen die Aufnahme der Nahrung zu unterstützen. — Stein schildert den Mund der Petalomonas etwas anders, er zeichnet zwar auch die Mundstelle, wie ich, lässt jedoch die Geissel am vorderen Körperrand entspringen und bildet eine kurze, schief nach rechts in das Körperplasma sich einsenkende Schlundröhre in Verbindung mit der Mundöffnung ab. Ganz die gleiche Mund- und Schlundbildung besitzt nach ihm auch Zygoselmis nebulosa Dj. (T. 48, 8); hier setzt sich die deutlich spaltartige, etwa ovale Mundöffnung in einen schief nach rechts herabsteigenden, kurzen dünnwandigen Schlund fort, der sammt dem Mund eine beträchtliche Erweiterungsfähigkeit besitzen muss, da diese Flagellate sehr grosse Nahrungskörper (Bacillariaceen etc.) verschlingt.

In dieselbe Kategorie der Mundbildungen gehört wohl auch die relativ sehr frühzeitig, schon von Carter, Claparède, James-Clark etc. erkannte Einrichtung der Gattung Peranema. Hier ist die Mundöffnung ein von zwei etwas gebogenen zarten Linien begrenzter Spalt, der auf der Bauchseite von der Geisselbasis eine kurze Strecke weit nach hinten zieht. An diese bei der Nahrungsaufnahme sich stark erweiternde Mundspalte schliesst sich jedoch eine scharf abgeschnitten beginnende, enge gerade Schlundröhre an, die in ziemlich medianem oder etwas schiefem Verlauf bis etwa zum Beginn des zweiten Körperdrittheils herablaufen kann. Die Schlundwandung erscheint hier ziemlich verdichtet und dunkel und beginnt an der Mundspalte wie scharf abgeschnitten mit einer deutlichen kleinen kreisrunden Oeffnung, um sich gegen das Hinterende allmählich zu verdünnen und ohne scharfe Grenze aufzuhören.

Peranema nimmt recht ansehnliche Nahrungskörper auf, wobei man das Vorderende zwischen Geisselbasis und bis über die kreisrunde Schlundöffnung hinaus sich trichterförmig erweitern sieht, und diese Erweiterung scheint sich dann direct in den röhrenförmigen Schlund fortzusetzen.

Etwas anders beurtheilt Klebs neuerdings die eben geschilderte Einrichtung, er hält den Schlund nicht für eine Röhre, sondern für zwei der Cuticula der Bauchseite anliegende Stäbe, die vorn in einander übergingen. Bei der Nahrungsaufnahme soll dieser Stabapparat behend hin und hergestossen werden*) und dabei die gewöhnlich zur Nahrung dienenden Euglenen, in welche sich die Peranema hineinbohrt, gewissermassen zerreissen, worauf ihre Theile in die erweiterte Mundspalte hineingleiten.

Wir besprechen hier weiter die Gattung Urceolus, die uns Einrichtungen bietet, welche wohl die für Peranema entwickelte Deutung zu unterstützen vermögen; denken wir uns nämlich die trichterförmig erweiterte Mundspalte, welche letztere Gattung bei der Nahrungsaufnahme

*) Auch Stein schreibt dem Schlund der Peranema eine gewisse Beweglichkeit zu.

zeigt, zu einer constanten Einrichtung geworden, so haben wir im Wesentlichen die Verhältnisse des Urceolus (T. 47, 5a). Im Grunde seines sogenannten Peristomtrichters und zwar etwas einseitig, dicht neben der Basis der ziemlich tief, an einer Stelle des Trichterrandes entspringenden Geissel liegt die eigentliche Mundöffnung, welche in einen sehr langen röhrenförmigen Schlund führt; derselbe zeigt nach meinen Beobachtungen in seinem Verlaufe eine Knickung und zwar ist der vor der Knickungsstelle gelegene Theil beträchtlich weiter wie der hintere, der sich als feiner Spalt bis ins hintere Körperdrittheil verfolgen lässt. Bei der Nahrungsaufnahme scheint sich nach Stein's Darstellung ähnlich wie bei vielen Ciliaten am Ende des Schlundes eine Nahrungsvacuole zu bilden, in welche die Nahrung eingeschlossen und dann in den Körper übergeführt wird.

Etwas abweichend von den bis jetzt besprochenen Einrichtungen scheinen die der um Astasia (Stein) sich gruppirenden Formen zu sein. Die primitivsten Verhältnisse finden sich hier bei der Gattung Cyclidium (Dj.) Bütschli (T. 47, 4b). Das zugespitzte Vorderende ist abgestutzt und die Ränder (Cuticula?) dieses Endes deutlich dunkel und verdichtet; auf einer Stelle des Randes sitzt die Geissel auf und die Mundöffnung nimmt sonder Zweifel eben das Vorderende ein, ohne dass sie sich jedoch in einen deutlichen Schlund fortsetzt. Besonders deutlich tritt die starre Beschaffenheit dieser Mundspitze dadurch hervor, dass sie sich als solche vorragend erhält, wenn sich der sehr contractile Körper kuglig zusammengezogen hat (T. 47, 4a).

Sehr ähnlich gestaltet erscheint nun das Vorderende bei Astasia, Heteronema und namentlich auch den starren Formen Atractonema, Menoidium und Sphenomonas (T. 47, 18; T. 48, 7 und 9), nur fehlt hier die Verdichtung der Cuticula des Vorderendes. Dagegen setzt sich bei diesen Formen die am abgestutzten Vorderende gelegene Mundöffnung nach Stein in einen zarten röhrenförmigen Schlund fort, der sich gerade nach hinten verlaufend auf eine verhältnissmässig kurze Strecke in den Körper verfolgen lässt.

Aufs innigste an die soeben geschilderten Gattungen schliessen sich weiter die Euglenen an und zwar vermittelt die Euglena acus den Uebergang, deren Mund- und Schlundverhältnisse ganz den oben besprochenen analog sind (T. 47, 8). Bei den übrigen Euglenen dagegen, mit weniger zugespitztem Vorderende ist das Verhalten etwas anders; hier erscheint das Vorderende meist etwas schief abgeschnitten und die kreisrunde Mundöffnung etwa in der Mitte dieser schiefen Abstutzung. Der röhrenförmige, von der Cuticula ausgekleidete Schlund (Membrantrichter von Klebs) ist äusserst deutlich und lässt sich mehr oder weniger tief, zuweilen bis in die Gegend des Stigma verfolgen.

Wie bei den Euglenen schildert Stein auch die Mund- und Schlundverhältnisse des Colacium und auch bei Trachelomonas beobachtete er

dieselben Einrichtungen, wenn auch nur in Andeutung. Eine dem Mund der seither besprochenen Formen entsprechende Oeffnung findet sich ferner auch bei den von den typischen Euglenen etwas abweichenden Gattungen Coelomonas, Merotricha (Raphidomonas St.) und Microglena. Jedoch scheint denselben ein Schlund sicher zu fehlen. Wir werden jedoch hierüber erst später bei der Besprechung der contractilen Vacuolen genauer verhandeln können. In jeder Beziehung stimmen die Mundeinrichtungen in der Familie der Chloropeltina mit denen der Euglenina überein. Wir finden hier durchaus die an der Basis der Geissel gelegene kleine Mundöffnung, die sich bei der regulär gestalteten Gattung Lepocinclis (Perty) am vorderen Körperpole befindet und nach Stein's Darstellung etwas röhrenförmig vorspringt. Gewöhnlich ist jedoch ein solches Vorspringen der Mundöffnung nicht vorhanden, wie schon die früheren Beobachter Perty und Carter und neuerdings auch Klebs fanden und auch unsere Abbildungen zeigen. Die Wand der Schlundröhre dieser Form zeigt häufig einige ringförmige Verdickungen (Bütschli, T. 47, 15a). Bei der sehr nahe verwandten Gattung Phacus weist Mund und Schlund wegen der etwas asymmetrischen Körpergestalt gleichfalls eine gewisse Asymmetrie auf. Am besten ist mir die Mundeinrichtung bei Phacus Pleuronectes bekannt und daher will ich deren Verhältnisse hier zu Grunde legen. Das Charakteristische in der Bildung des Vorderendes dieser Form (wie auch der sehr nahe verwandten Phacus triqueter und longicauda) ist, dass die beiden Seitenränder des Körpers am Vorderende nicht in einander übergehen, sondern sich der linke dorsalwärts über den rechten schiebt und dann bei den beiden ersterwähnten Formen in den über die Mittellinie des Rückens ziehenden Kiel übergeht (T. 47, 11). Bei Ph. longicauda fehlt dieser Kiel und daher kreuzen sich die Ränder nur auf eine kurze Strecke (T. 47, 10). Durch diesen Verlauf der Ränder wird am Vorderende zwischen ihnen ein ziemlich nach vorn schauendes schmales Feld erzeugt, das bei Phac. Pleuronectes und triqueter etwas von dem weiter vorspringenden rechten Körperrand, welcher die vordere Körperspitze bildet, überragt wird und daher etwas auf die Dorsalseite verschoben erscheint. In diesem Feld liegt die Mundöffnung und zwar in einer etwas nach rechts gewendeten, ziemlich weiten trichterförmigen Einsenkung, in der, am Rand der eigentlichen Mundöffnung die Geissel entspringt. Der Schlund, welcher sich an den Mund anschliesst, läuft schief nach links gewendet hinab. Bei Ph. longicauda, wo sich die Körperränder nur auf eine sehr kurze Strecke kreuzen, wird daher das zwischen der Kreuzung gelegene Mundfeld ganz von der Mundöffnung ausgefüllt und der Schlund läuft hier meist ziemlich gerade nach hinten.

Auf diesen Verhältnissen beruht es denn, dass bei den beiden zuerst genannten Arten die Geissel in der seitlichen Ansicht auf der Rückseite zu entspringen scheint und zwar aus einer grubenförmigen Einsenkung, d. h. dem eben erwähnten Trichter, in dem sich die Mundöffnung befindet (T. 47, 12).

Nicht ganz klar sind bis jetzt die Verhältnisse bei dem sogenannten Phacus Pyrum (T. 47, 16). Stein schreibt diesem ein am vordern Körperende beginnendes und schraubig, entsprechend den Schraubenkanten am Körper herablaufendes sogen. Peristomfeld zu. Ich finde davon nichts, sondern den vorderen Körperrand ziemlich quer abgestutzt und zu einer queren Grube eingesenkt, die in der Profilansicht deutlich hervortrat.*) An der einen etwas stärker vorspringenden Wand dieser Grube, die wohl dem Peristomfeld Stein's entspricht, erhob sich die Geissel. Ein eigentlicher Mund und Schlund wurde nicht bemerkt; auch Stein deutet davon nichts an. —

Im Vorstehenden wurden die Mundeinrichtungen der Euglenoidinen ohne jede genauere Rücksicht auf ihre physiologische Bedeutung geschildert, weil es in hohem Grade wahrscheinlich ist, dass dieselben morphologisch alle zusammengehören. Dagegen ist nur für eine verhältnissmässig kleine Zahl dieser Formen der Nachweis erbracht, dass die geschilderten Einrichtungen auch physiologisch als Apparate zur Nahrungsaufnahme thätig sind. Im Gegentheil scheint es für viele Euglenoidinen durchaus sicher, dass sie niemals ihre Mundeinrichtungen zur Aufnahme geformter Nahrung benutzen, sondern sich in pflanzlicher Weise ernähren. Wir ziehen es vor, erst an späterer Stelle die Frage genauer zu discutiren, welcher functionelle Werth dem sogenannten Mund und Schlund letzterwähnter Formen zuzuschreiben sein dürfte.

Es erübrigt nur noch einen Blick auf den Mundapparat der beiden hochentwickelten Heteromastigoden Anisonema und Entosiphon zu werfen. Die Verhältnisse derselben scheinen sich denen von Peranema am nächsten anzureihen. Bei beiden findet sich ein röhrenförmiger Schlund, der eine starkverdichtete, dunkle und ziemlich dicke Wand besitzt, die sich nach hinten allmählich verdünnt und ohne scharfe Grenze aufhört. Bei Anisonema ist derselbe meist verhältnissmässig kurz, erreicht kaum die Körpermitte, ja Stein zeichnet ihn stets noch viel kürzer**), wogegen der Schlund des Entosiphon ungemein lang wird, so dass er bis ins hintere Körperdrittheil hinabreicht. Die Mundöffnung, mit welcher der Schlund beginnt, liegt stets nahe der Geisselbasis; bei Entosiphon dicht hinter dem vordern Körperrand und Stein zeichnet eine schwach trichterförmige Einsenkung dieses Randes auf der Bauchseite, in deren Grunde der scharf abgeschnittene Schlund beginnt. Bei Anisonema beginnt der Schlund scharf abgeschnitten weiter rückwärts auf der Bauchseite und zwar in dem früher beschriebenen von der hinteren Geissel umschriebenen Bogen. Die eigentliche Mundöffnung ist nach Stein und Klebs eine ziemlich weite trichterförmige Einsenkung zwischen der Basis der vordern Geissel und dem vordern Schlundende, aus welcher nach Klebs die hintere Schlepp-

*) Auch Klebs erwähnt dieses Peristomfeld nicht und gibt an, der vordere Rand sei auf der einen Seite etwas ausgehöhlt.

**) Klebs dagegen sah ihn Körperlänge erreichen.

geissel entspringt. In gleicher Weise wie für Peranema hält dieser Forscher auch bei unsern beiden Formen die Schlundröhre für einen Stabapparat, der bei Anisonema ebenfalls der Cuticula der Bauchseite anhaften soll.

Eine besondere Eigenthümlichkeit besitzt der Schlund des Entosiphon. Derselbe ist nämlich, wie Archer (150) zuerst beobachtete und später Stein genauer ausführte, ein bewegliches Gebilde; die Entosiphen vermögen denselben ziemlich weit über den vordern Körperrand vorzustossen und wieder zurückzuziehen. Bei dem Vorschieben soll sich der Apparat nach Klebs auch verbreitern und umgekehrt dann wieder verengern.

Obgleich sich nun aus den Erfahrungen zahlreicher Beobachter, seit Dujardin, ergiebt, dass unsre beiden Wesen selbst ansehnlich grosse Nahrungskörper aufnehmen, liegt doch bis jetzt eine Beobachtung über den Act der Nahrungsaufnahme nicht vor.

Zum Beschlusse unsrer Betrachtung der Mundeinrichtungen haben wir noch der sehr interessanten Verhältnisse bei der Familie der Cryptomonadinen (zu den Isomastigoda gehörig) zu gedenken. Bei den kaum gesonderten Gattungen Chilo- und Cryptomonas finden wir ganz übereinstimmende Einrichtungen, doch konnte bei ihnen eine Aufnahme geformter Nahrung bis jetzt nicht erwiesen werden und ich halte eine solche auch für sehr unwahrscheinlich. Nur Künstler (199) will sich neuerdings überzeugt haben, dass Cryptomonas „Schizomyceten und andre kleine Organismen“ fresse. Dagegen vermissen wir bei der Gattung Oxyrrhis (T. 45, 12) einen deutlichen Mund und gar Schlund, aber hier steht die Nahrungsaufnahme nach den Erfahrungen Kent's und Blochmann's ausser Zweifel und zwar liegt die Mundstelle, welche Kent als sehr erweiterungsfähig bezeichnet, an der Basis der beiden Geisseln. Die ansehnlich weite sogen. Mundöffnung der beiden ersterwähnten Gattungen (T. 45, 9 und 10) hat etwa die gleiche Lage wie bei Oxyrrhis und zwar liegt sie nach den Erfahrungen Künstler's, welche ich durch erneute Untersuchungen an Chilomonas bestätigen kann, am vorderen Körperrande der Bauchseite zugewendet, in dem früher schon beschriebenen Ausschnitt zwischen der verschieden hohen rechten und linken Lippe.

Stein zeichnet ein auf der linken Körperseite (Bauchseite Stein's) herabsteigendes, als eine flache, sehr breite Rinne erscheinendes sogen. Peristom, an dessen Hinterende sich die eigentliche Mundöffnung finden soll (T. 45, 10 a). Dasselbe existirt aber nach meinen Erfahrungen wenigstens bei Chilomonas sicher nicht. Auch für Cryptomonas muss ich nach meinen eigenen früheren Untersuchungen und denen Künstler's die gleichen Einrichtungen wie bei Chilomonas behaupten und bezweifle daher gleichfalls die Gegenwart des vermeintlichen Peristoms.

Die Mundöffnung führt bei beiden Gattungen in einen relativ sehr weiten Schlund, den Ant. Schneider (84) zuerst sah, jedoch nicht richtig erkannte. Derselbe hat etwa röhren- bis beutelförmige Gestalt und läuft gerade oder etwas schief zur Rückseite gerichtet bis zur Körpermitte, oder noch etwas über dieselbe herab.

Eine ganz besondere Beschaffenheit besitzt die Schlundwandung unsrer Formen. Dieselbe erscheint zunächst relativ dick und dunkel und

bei starker Vergrösserung wie aus einer grossen Zahl dunkler Körner zusammengesetzt, die entweder dicht und ohne Ordnung zusammengestellt sind, oder deutliche Quer- und Längsreihen bilden. Strasburger (170) beschreibt daher die Schlundwandung der Cryptomonas curvata aus dichtstehenden und senkrecht zur Wandungsfläche gestellten Stäbchen zusammengesetzt. Doch scheint die Dicke der Schlundwandung gewöhnlich zu gering, um ihre dunklen Elemente als Stäbchen zu bezeichnen. Auffallend ist die intensive Färbung, welche die Schlundwandung bei Behandlung unsrer Flagellaten mit verschiednen Färbungsmitteln annimmt.

Künstler hat den Schlund unsrer Wesen eingehend studirt, und ist zu recht abweichenden Anschauungen gekommen. Ihm gilt derselbe zunächst nicht als Schlund, sondern als Magen, da er sich überzeugt haben will, dass die aufgenommne Nahrung in ihm verdaut werde. Die Schlundwandung bestehe aus einer Plasmaschicht, in der sich zahlreiche kleine, dicht aneinander gereihte Vacuolen vorfänden, welche sich jedoch durch intensive Färbungsfähigkeit auszeichneten. In jeder dieser Vacuolen bilde sich fernerhin gewöhnlich ein Stärkekörnchen aus und diese, sowie die Vacuolenbildung selbst, erzeugten die körnige Zeichnung des Schlundes. Indem wir eine Kritik dieser Auffassung des Schlundbaues künftiger Forschung überlassen, heben wir nur hervor, dass wir bei häufiger Behandlung der Chilomonas mit Jod nie eine Blaufärbung der Schlundwandung beobachtet haben.

c) Einrichtungen zur Ausstossung unverdauter Nahrungsreste. Sogen. Afterbildung und Besprechung der Ansichten über die Existenz eines Darmkanals der Flagellaten.

Dass die zahlreichen Flagellaten, welche geformte Nahrung aufnehmen, auch befähigt sind, deren unverdaute Reste wieder auszustossen, ist natürlich, dagegen ist bis jetzt nur Weniges über den Vorgang der Defäcation beobachtet. Schon Ehrenberg glaubte sich bei der zweifelhaften Monas socialis von der Ausstossung des aufgenommnen Indigo am Hinterende überzeugt zu haben. Dass es nun das Hinterende ist, wo die Ausstossung meist stattfindet, scheint durch die Erfahrungen verschiedener Forscher belegt zu werden. So beobachtete F. E. Schulze mehrfach die Entleerung von Nahrungsresten am Hinterende der Mastigamoeba. Stein zeichnet bei einer ziemlichen Zahl von einfachen und höher entwickelten Formen eine sogen. Afterstelle am Hinterende, so bei Bodo globosus, Phyllomitus, Tetramitus descissus, bei Heteronema globuliferum und Anisonema. Bei letzterer Form wollte sich auch schon Clark von der Existenz einer solchen Stelle am Hinterende überzeugt haben, doch lauteten seine Mittheilungen wenig sicher. Bei Peranema sah Stein schon früher (Org. der Inf.th. I. p. 77) die Ausscheidung von Excrementen am Hinterende. Hierzu gesellen sich weiterhin noch einige Beobachtungen Kent's, der bei seiner Oikomonas obliquus und Anthophysa die Ausstossung des aufgenommnen Carmins am Hinterende beobachtete. Wir haben schon früher geschildert, wie rasch bei der letzteren Gattung beträchtliche Carminmengen ausgeschieden werden. Aehnlich verhält sich auch die ersterwähnte Form, bei welcher Kent im Verlauf einer halben Stunde eine dem Volum des Wesens gleiche Carminmenge ausscheiden sah.

Die von Stein bei den obengenannten Flagellaten abgebildete sogen. Afterstelle erscheint auf seinen Zeichnungen als ein recht kleines Bläschen mit sehr dunkler Contur und liegt stets dicht am hinteren Körperrand. In gleicher Weise zeichnet Stein auch die sogen. bläschenförmige Mundstelle bei den früher erwähnten Monadinen. Man dürfte deshalb daran denken, dass diese Afterstelle vielleicht eine kleine Vacuole darstellt, welche die auszuscheidenden Nahrungsreste aufnimmt, um sich dann nach Aussen zu öffnen und sie in dieser Weise zu entleeren. Einen solchen Vorgang der Ausscheidung beobachtete wenigstens Bütschli bei einer mit Oikomonas Termo nächstverwandten, wenn nicht identischen Form. Hier bildeten sich in der Mitte der Lippenseite des Körpers von Zeit zu Zeit einige unregelmässige Vacuolen, welche die Nahrungsreste umschlossen und hierauf ihren Inhalt nach Aussen entleerten, oder sammt diesem vom Körper abgeschnürt wurden. Auch bei Tetramitus descissus beobachtete Bütschli einmal die Ausstossung eines Kornes etwas hinter dem Peristomausschnitt auf der Bauchseite*). Noch abweichender ist die Lage der Afterstelle nach Clark bei Bicosoeca, der die Ausscheidung an dem lippenförmigen Fortsatz dieser Form wahrgenommen haben will, etwas oberhalb der früher beschriebenen Mundstelle. Hieran würde sich Oxyrrhis schliessen, bei welcher die Ausstossung der Nahrungsreste sicher an dem dorsalen lippenförmigen Peristomfortsatz geschieht (Blochmann; T. 45, 12). Wie früher bemerkt, bezeichnet derselbe nach unsrer Auffassung das morphologische Vorderende, thatsächlich ist er jedoch bei der Bewegung nach hinten gerichtet. Es scheint daher, dass nicht ausschliesslich nur das hinterste Körperende bei der Ausstossung thätig ist, doch lässt sich bis jetzt nicht wohl sagen, ob bei gewissen Formen die Ausstossung noch unlokalisirt ist (wie dies ja wohl für die Rhizomastigoda im allgemeinen gelten wird), während bei andern eine Lokalisirung dieser Function bleibend durchgeführt ist. Bei den höher entwickelten Formen (so Peranema, Anisonema etc.) dürfte letzterer Fall wohl sicher eingetreten sein.

Schliesslich hätten wir noch der Beobachtungen Künstler's (190) zu gedenken, der auch Cryptomonas und Chilomonas einen After zuschreibt. Derselbe soll sich hier etwas dorsalwärts am hinteren Körperende finden und nicht etwa eine einfache Afterstelle sein, wie sie die früheren Beobachter bei Flagellaten ausschliesslich beschrieben, sondern die Ausmündungsstelle eines wahren Darmes, welcher sich als sehr schwer sichtbare, zarte Röhre zwischen dem Ende des früher beschriebenen Schlundes (des Magens nach Künstler) und dem After ausspanne. Das Lumen dieses Darmes soll namentlich dann deutlich hervortreten, wenn es durch Nahrungskörper, welche Künstler häufig darin beobachtet haben will, ausgedehnt werde. Den Nachweis eines vollständigen mit Mund und After versehenen Darmapparats glaubt unser Forscher auch noch für eine Anzahl weiterer Flagellaten führen zu können, so namentlich für eine als Astasia costata bezeichnete Form (wahrscheinlich = Rhabdomonas incurva Fres.), wo gleichfalls ein den Körper gestreckt durchlaufender Darm beschrieben wird, der sich in Schlund, erweiterten Magen und engen Darm gliedere. Selbst dem zu den Euglenoidinen gehörigen Phacus Pleuronectes, welchem bis jetzt noch Niemand die Aufnahme geformter Nahrung zugetraut hat, schreibt

*) Ob die von Dallinger und Drysdale (145, VI, p. 191) bei Tetramitus rostratus beobachtete Ausstossung körniger Masse ein Defäcationsprocess war, erscheint zweifelhaft.

unser Forscher entsprechende Darmeinrichtungen zu und vermisst auch bei Chlamydomonas (in Wahrheit ist die untersuchte Form jedoch wohl sicher Carteria gewesen) einen Magen nicht, wenn derselbe hier auch nur flüssige Nahrung aufnehme. Wir können erst später genauer darlegen, welche Deutung wir den angeblichen Mägen bei Phacus und Carteria geben dürfen. Dagegen ist schon hier zu betonen, dass wir die Beobachtungen über den sogen. Darm der Cryptomonadinen für ganz unzuverlässig halten. Kein anderer Beobachter hat früher eine Spur dieser Einrichtung gesehen. Schwierig ist es jedoch anzugeben, durch welche Verhältnisse Künstler zu der vermeintlichen Beobachtung eines solchen Darmes geführt werden konnte. Ich habe die Vermuthung, dass unser Forscher, da er keine richtigen Vorstellungen über die Natur und Vertheilung der Chromatophoren der Cryptomonas hat, sich verleiten liess, den hellen ungefärbten schmalen Zwischenraum, welcher zwischen den beiden Endochromplatten hervortritt, für einen Darm zu halten. Diese Vermuthung scheint mir um so gerechtfertigter, als er auch über den Schlund eine Längsfurche hinziehen lässt, über welcher die Integumente ungefärbt sein sollen, und diese Längsfurche in ihrem Verlauf eine Fortsetzung des weiter hinten gelegenen Darmes darstellt. Man vergleiche hinsichtlich dieser Verhältnisse den Abschnitt über die Chromatophoren.

E. Inhaltskörper des Plasmas mit Ausnahme der Nuclei.

a) Nahrungsvacuolen und nichtcontractile Vacuolen. Schon bei Gelegenheit der Nahrungsaufnahme wurde betont, dass solche Formen, welche sich ihrer Nahrung vermittels einer sogen. Mundvacuole bemächtigen, auch Nahrungsvacuolen besitzen, indem die ersteren einfach als Nahrungsvacuolen in den Körper geschoben werden. Doch findet man bei diesen Formen auch häufig frei ins Plasma eingebettete Nahrungskörper, woraus wohl mit Sicherheit hervorgeht, dass die Flüssigkeit der Nahrungsvacuolen häufig rasch resorbirt wird. Bei zahlreichen kleineren Formen, deren Nahrungsaufnahme noch nicht direct beobachtet wurde, finden wir ebenfalls Nahrungsvacuolen nicht selten, so bei Cyathomonas (= Goniomonas St.), Tetramitus, Collodyction und anderen.

Dagegen scheinen die mit höher entwickelten Mund- und Schlundeinrichtungen versehenen Formen der Euglenoidinen und Heteromastigoden, welche feste Nahrung aufnehmen, sehr selten Nahrungsvacuolen zu bilden, wenigstens sind kaum sichere Fälle dieser Art zu meiner Kenntniss gelangt. Wie schon früher erwähnt, scheint Urceolus nach Stein's Darstellung solche Vacuolen zu erzeugen; auch bildet Stein bei Zygoselmis und vielleicht auch Anisonema Nahrungsvacuolen ab. Gewöhnlich scheinen jedoch auch bei letzterwähnten Formen grössere Nahrungskörper direct in das Plasma eingebettet zu sein.

Nichtcontractile Vacuolen treten sehr häufig im Plasma auf, gewöhnlich jedoch vereinzelt. Nur selten, und wie es scheint, unter besonderen, wahrscheinlich ungünstigen Lebensverhältnissen finden wir eine reichliche Ansammlung solcher Vacuolen und damit eine blasig vacuoläre Beschaffenheit des Plasmas. Dies beobachtete z. B. Carter bei den von ihm studirten Exemplaren des Collodyction, Bütschli zuweilen bei Chilomonas unter jedenfalls abnormen Lebensverhältnissen und Cohn gelegentlich bei Haematococcus lacustris und Gonium. Bei den Volvoxzellen dagegen

findet Cohn zuweilen einen mittleren Saftraum. Grössere Vacuolen sind nach Klebs auch häufig bei den Trachelomonasarten, selten dagegen im Allgemeinen bei den Euglenen. Im Ganzen scheint, wie gesagt, die reichlichere Vacuolisation eine mehr abnorme Erscheinung unter den Flagellaten zu sein.

b) Contractile Vacuolen sind ganz allgemein verbreitet, so dass zur Zeit kaum eine Form namhaft zu machen wäre, welcher mit Sicherheit dieses Organisationselement fehlte. Natürlich haben die Vacuolen auch hier ihren Sitz stets direct unter der Körperoberfläche, wie es die jetzt wohl fast allgemein adoptirte Ansicht über ihre physiologische Thätigkeit verlangt. Wo sich die Vacuolen tiefer im Körper lagern, werden wir auch Einrichtungen zu ihrer Communication mit der Aussenwelt finden oder doch derartige Einrichtungen sehr wahrscheinlich zu machen vermögen.

Obgleich für viele Flagellaten die Zahl der contractilen Vacuolen sicher ermittelt ist, bleibt doch noch eine nicht kleine Zahl solcher, bei welchen in dieser Hinsicht noch Zweifel herrschen. Es hat daher augenblicklich gewisse Schwierigkeiten, die Frage nach der Vacuolenzahl mit Schärfe zu beantworten. Einige Forscher, darunter namentlich Kent, geben sogar für gewisse Arten eine wechselnde Zahl von Vacuolen an; was ja auch für einzelne wohl zutreffend sein mag. Dagegen herrscht doch bei der grossen Mehrzahl unsrer Formen sicher eine bemerkenswerthe Constanz der Vacuolenzahl. Nicht wenige besitzen nur eine einzige Vacuole; so gilt dies durchaus in den Familien der Dendromonadinen, der Spongomonadinen, der Cryptomonadinen und der Scytomonadinen. Auch weitere Angehörige der Monadinen zeigen dieses Verhältniss, obwohl gerade hier häufig die Angaben ziemlich schwankend lauten. So finden wir z. B. bei Cercomonas ein bis mehrere verzeichnet, ebenso lauten auch die Angaben Kent's für die zahlreichen Formen seiner Gattung Oikomonas und das Gleiche wird von den Bodonina berichtet. Bei den Bikoecida fand ich wie Stein nur eine Vacuole, Kent dagegen 2—3, und so lauten denn die Angaben noch für manche andere Monadine bis jetzt etwas unsicher. Eine grosse Reihe von Formen besitzt sicher zwei gleiche Vacuolen, welche nahezu als specifischer Charakter für die Familien der Chlamydomonadina und Volvocina gelten dürfen. Die meisten ihrer Angehörigen zeigen dieses Verhalten und es fällt auf, dass dennoch bei gewissen eine Abweichung von der Regel zu bemerken ist. So scheinen namentlich Haematococcus und Chlorangium nach Stein's Untersuchungen nur eine einzige zu besitzen und in der Familie der Volvocina macht die Gattung Volvox wohl eine sichere Ausnahme, da sie nach den übereinstimmenden Untersuchungen von Stein und mir nur eine contractile Vacuole besitzt. Auch ihr Entdecker Busk sah gewöhnlich nur eine einzige, wogegen Cohn (147) deren zwei angibt, jedoch auch stets nur eine zeichnet. Die seltsamste Ausnahme unter den Chlamydomonadinen bietet jedoch die Gattung Chlorogonium dar.

Krassilstschik fand nämlich, im Gegensatz zu Stein, welcher auch dieser Form die zwei gewöhnlichen Vacuolen zuschreibt, 12—16 sehr kleine Vacuolen über den ganzen Körper unregelmässig vertheilt und Klebs bestätigte diese Angabe selbstständig. Schon früher hatte Reinhardt eine grössere Vacuolenzahl dieser Form behauptet, indem er ihr 4 Paar in leiterförmiger Anordnung über den Körper vertheilt zuschrieb und auch Ant. Schneider (84) scheint die zahlreichen Vacuolen schon gesehen zu haben*). Auch in der nahe verwandten Familie der Chrysomonadina finden wir im Allgemeinen mehrere Vacuolen, jedoch scheint keine so grosse Constanz bezüglich der Zahl zu herrschen; 2—4 werden namentlich bei der genauest erforschten Synura angegeben.

Bei manchen der schwankenden Angaben dürfte vielleicht nicht ganz unbeachtet bleiben, dass bei der Theilung häufig schon frühzeitig eine Vermehruug der Vacuolen geschieht, was unberücksichtigt leicht zu irrthümlichen Zählungen Veranlassung gibt.

Besondre Verhältnisse zeigen die contractilen Vacuolen der meisten Euglenoidina, weshalb wir es vorziehen, hier keine eingehenderen Angaben über die Zahl derselben zu machen, sondern auf die genauere Besprechung der Vacuolen dieser Formen verweisen.

Ebenso verschieden wie die Zahlenverhältnisse sind auch die Lagerungsverhältnisse der contractilen Vacuolen im Körper der Flagellaten. Mit Ausnahme der Euglenoidinen scheinen sie jedoch, wie bemerkt, stets dicht unter der Körperoberfläche ihren Sitz zu haben, wenn auch natürlich unterhalb der dichteren Hautschicht oder Cuticula, insofern solche überhaupt ausgebildet sind. Dieses Verhalten erleidet wohl nur bei den wenigen Formen eine Ausnahme, bei welchen überhaupt eine feststehende Lagerung der Vacuole fehlt. So scheint wenigstens bei einem Theil der Rhizomastigoda im sarkodinenartigen Zustand eine ähnliche Verschiebbarkeit der Vacuole im Körper zu existiren, wie sie die Amöben etc. besitzen. Bei anderen dagegen (so Mastigamoeba aspera) sollen die Vacuolen dauernd ihre Lage im Hinterende behaupten. — Bei den heliozoënartigen Rhizomastigoden springen die Vacuolen z. Th. auch über die Körperoberfläche blasenartig vor, wie bei vielen typischen Heliozoën. Interessant erscheint, dass im flagellatenartigen Zustand dieser Formen (Ciliophrys, Dimorpha) die Lage der Vacuolen eine constante ist, wie bei den übrigen Flagellaten gewöhnlich.

Nur bei wenigen typischen Flagellaten wurde bis jetzt eine Verschiebbarkeit der contractilen Vacuolen beobachtet, ein Zustand, der gewiss als ein relativ ursprünglicher bezeichnet werden muss. Bütschli beobachtete bei Trepomonas, dass die Vacuole hier inmitten des in Circulation begriffenen Plasmas entsteht, durch welches sie wie gewöhnliche Vacuolen

*) Auch bei Carteria will Carter (130) zuweilen sehr zahlreiche contractile Vacuolen beobachtet haben.

umhergeführt wird. Dann sieht man, wie die Vacuole an das Hinterende geschoben wird und sich nur hier contrahirt. Auch bei Hexamitus inflatus beobachtete derselbe Forscher ein ähnliches Verhalten; die Contraction der Vacuole erfolgt auch hier im Hinterende, wo dann auch die neue entsteht, welche jedoch, bevor sie sich contrahirt, langsam durch den Körper nach vorn geschoben wird, bald aber umkehrt und sich, wenn sie das Hinterende wieder erreicht hat, contrahirt. Dagegen zeichnet Stein die Vacuole dieser Form stets in das Vorderende, dagegen bei den zwei anderen Arten der Gattung mehr in das Hinterende.

Bei constanter Lagerung der Vacuole finden sich die mannigfachsten Lagerungsverhältnisse realisirt, so dass im Allgemeinen wohl behauptet werden kann, dass jede beliebige Stelle unter der Körperoberfläche zum Sitz der Vacuole werden kann. Dennoch sind besonders häufig die beiden Körperenden ihr Sitz, am häufigsten jedoch das vordere, und zwar finden sich die Vacuolen dann meist sehr dicht an der Geisselbasis. Weiterhin tritt jedoch als sehr allgemein verbreitete Regel hervor, dass bei Gegenwart von 2 oder mehr Vacuolen diese sich fast immer dicht bei einander finden.

Dicht an der Geisselbasis im Vorderende treffen wir die einzige oder die mehrfachen Vacuolen nicht selten bei den Monadinen (so z. B. Cercomonas z. Th., Herpetomonas) und ähnlich auch bei den Bodonina, doch finden sich in denselben Gattungen gewöhnlich auch Formen, welche einen abweichenden Sitz der Vacuolen in der Mittelregion des Körpers aufweisen. Auch die Scytomonadina zeigen ihre ansehnliche einfache Vacuole stets ziemlich nahe der Geisselbasis, doch ist im Zusammenhang mit der allgemeinen Asymmetrie ihres Körpers die Vacuole asymmetrisch an den einen Seitenrand verschoben (T. 46, 8—9).

Ganz exquisit vorderständig sind namentlich die beiden Vacuolen der Chlamydomonadina und Volvocina und zwar ordnen sich dieselben hier stets in ganz symmetrischer Weise dicht neben die Basen der beiden Geisseln. Nur die Gattung Volvox bildet auch in der Lagerung ihrer einfachen Vacuole eine Ausnahme, indem sich diese nahezu in der Mitte des einen Seitenrandes findet (T. 44, 16b—c), ja nach Busk, wie Claparède und Lachmann zuweilen sogar in die Verbindungsfäden, welche die Volvoxzellen bekanntlich vereinigen, gerückt ist.

Eine ausgesprochen vorderständige Vacuole ist ferner bezeichnend für die typischen Vertreter der Cryptomonadina (Crypto- und Chilomonas, T. 45, 9—10), wo sie sich in dem Rückentheil des Vorderendes findet. Dagegen findet sich die Vacuole bei Oxyrrhis (T. 45, 12) nach Kent scheinbar mehr in der Mitte des Körpers, was sich jedoch darauf zurückführen lässt, dass hier der Rückentheil des vorderen Körperrandes viel stärker verlängert ist, wie bei den erstgenannten Formen*).

*) Es ist jedoch fraglich, ob bei dieser Gattung wirklich eine Vacuole vorhanden. Blochmann konnte wenigstens keine auffinden.

Wir bemerken hier gleichzeitig, dass auch die Euglenoidina ihre contractilen Vacuolen gewöhnlich im Vorderende besitzen, doch folgt das Nähere hierüber erst später. Häufig ist weiterhin die Lage der Vacuolen an einem Seitenrand des Körpers, der Mitte mehr oder weniger genähert. Auf einige diesbezügliche Beispiele wurde schon hingewiesen. Bezeichnend ist diese Lagerung der einzigen Vacuole für die gesammten Familien der Dendromonadina und Dinobryina, und findet sich ähnlich auch bei den Spongomonadina unter den Isomastigoda allgemein verbreitet.

Betrachten wir schliesslich noch einige Beispiele der entschieden hinterständigen Vacuolen. Auch diese können wir wieder verschiedenen grösseren Gruppen entnehmen. Charakteristisch ist diese Lagerung unter den Monadina für die Familie der Bikoecida, unter den Isomastigoda für die der Chrysomonadina, welche sich sonst so nahe an die verwandten Formen mit vorderständigen Vacuolen anschliesst; weiterhin noch für eine Anzahl in ihrer Stellung weniger sicherer Formen, die theils schon namhaft gemacht wurden, namentlich auch noch für Trichomonas*) und Hexamitus (z. Th.?) nach Stein.

Wir haben absichtlich bis jetzt die Vacuolenverhältnisse der umfangreichen Gruppe der Euglenoidina noch nicht berücksichtigt, da sich bei ihr schwierig zu beurtheilende Verhältnisse finden, die erst neuerdings etwas mehr aufgeklärt wurden Wie schon bemerkt finden sich die Vacuolen dieser Formen dem Vorderende des Körpers eingelagert und in verschiedener Zahl. Bei einem Theil derselben, so bei Petalomonas und Peranema, vielleicht auch einem Theil der Astasiina (Stein's) scheint sich die einfache Vacuole in ihrem Verhalten denen der seither besprochenen Flagellaten innig anzuschliessen, indem sie hier keine Beziehungen zu dem Schlund zu besitzen scheint und sich dicht unter der Körperoberfläche, theils näher der Geisselbasis, theils etwas weiter nach hinten findet.

Bei den eigentlichen Euglenina, den Coelomonadina und gewissen Astasiina dagegen besitzt die sogen. contractile Vacuole Stein's und der früheren Forscher entschieden sehr innige Beziehungen zu dem mehr oder weniger entwickelten Schlundrohr.

Betrachten wir zunächst die typischen Euglenina, für welche die eingehendsten Beobachtungen über diesen Gegenstand vorliegen. Die sogen. contractile Vacuole dieser Formen liegt nicht unter der äusseren Körperoberfläche, sondern dicht hinter dem innern Ende des sogen. Schlundrohrs (T. 47, 8—14). Stein zeichnet sie sogar recht häufig in directer Verbindung mit dem Schlundrohr, indem sie dann wie ein beutelförmiger Anhang desselben erscheint. Obgleich ich ein solches Bild nie gesehen habe, möchte ich nicht an seiner Richtigkeit zweifeln. Die sogen. Vacuole zeigt nun die auffallende Erscheinung, dass sie häufig recht unregelmässige Umrisse besitzt, wie sie für eine contractile Vacuole ungewöhnlich sind; namentlich bei den Phacusformen (T. 47, 11) tritt diese unregelmässige Gestalt meist sehr gut hervor und wurde hier auch von Stein mehrfach angedeutet. Gerade bei Phacus konnte ich mich nun mit Sicherheit überzeugen, dass diese ansehnliche unregelmässige Vacuole nicht eine contractile ist, sondern dass neben ihr zwei, zuweilen auch drei kleine sich finden, welche sich in gewöhnlicher Weise contrahiren (T. 47, 11). Auch bei Euglena acus beobachtete ich

*) Blochmann konnte diese Vacuole jedoch nicht finden.

mehrfach eine ganze Anzahl kleiner, dicht zusammengelagerter Vacuolen, die sich successive contrahirten, jedoch fand sich in diesem Falle nichts deutliches von einer grösseren mit dem Schlund in Beziehung stehenden Vacuole vor, so dass ich nicht sicher entscheiden kann, ob sich diese deutlich contractilen kleinen Vacuolen hier ähnlich zu der grösseren, gewöhnlich sichtbaren verhalten wie bei Phacus. Dass dies jedoch auch hier der Fall ist, wird schon durch alte Beobachtungen Carter's sehr wahrscheinlich gemacht (100b). Derselbe beobachtete neben der sogen. contractilen Vacuole von Euglena noch eine zweite (seinen sogen. Sinus), die sich nach der Füllung contrahirte und ihren Inhalt in die erste ergoss, hierauf bei erneuter Füllung einen Druck auf die eigentliche Vacuole ausüben sollte, wodurch letztere sehr allmählich entleert werde; hieraus erkläre sich denn, dass die contractile Vacuole der Euglenen sich nie rasch und plötzlich zusammenziehe*). Auch Stein trat denn neuerdings von seiner früheren Ansicht bezüglich der Bedeutung der sogen. contractilen Vacuole der Euglena zurück und stellte eine neue auf, welche sich im Thatsächlichen der Carter'schen nahe anschliesst, jedoch in der Deutung fundamental abweicht. Stein betrachtet die sogen. contractile Vacuole jetzt als einen Behälter, in welchem sich die durch den Schlund aufgenommene flüssige Nahrung ansammle. Man sehe dann zu Zeiten einen Sinus sich von diesem Behälter abschnüren, sich plötzlich zusammenziehen und verschwinden. Diese Auffassung Stein's halte ich nun für entschieden unrichtig, indem ich einmal überzeugt bin, dass die Ernährung der Euglenen eine entschieden pflanzliche ist und weiterhin meine Beobachtungen bei Phacus dieser Ansicht direct widersprechen.

Unsere Auffassung von den Verhältnissen der contractilen Vacuolen der Eugleninen lässt sich auf Grund des Vorhergehenden etwa folgendermaassen wiedergeben. Die in Ein- bis Mehrzahl vorhandenen contractilen Vacuolen finden sich in der Nähe des inneren Schlundendes und contrahiren sich, wenn mehrfach vorhanden, successive, ergiessen jedoch ihren Inhalt nicht direct nach aussen, sondern in eine Art Behälter (die frühere sogen. contractile Vacuole), der zeitweilig oder stets mit dem Hinterende des Schlundes in Verbindung steht und seinen Inhalt allmählich durch diesen entleert. Ob dieser Behälter in deutlicher Verbindung mit dem Schlund gesehen wird oder nicht, hängt vielleicht nur von dem Grad seiner Füllung ab.

Mit dieser Darstellung des Vacuolensystems stimmt denn auch die auf eingehenden Untersuchungen basirende Schilderung überein, welche Klebs neuerdings von demselben entwarf**). Eine directe Communication unsres sogen. Behälters (seiner Hauptvacuole) mit dem Schlund nimmt Klebs nicht an, obgleich er die allmähliche Entleerung desselben durch den Schlund für wahrscheinlich hält, jedoch im Allgemeinen nur eine grössere Durchlässigkeit des Plasmas am Grunde des Schlundes anzunehmen geneigt ist. Dass sich die Entleerung thatsächlich durch den

*) Auch Claparède und Lachmann (p. 60) unterscheiden schon die eigentliche contractilen Vacuole bei Euglena und Phacus deutlich von dem Behälter, Ehrenberg's Markknoten.

**) Man verzeihe, dass ich die im Vorstehenden gegebene Schilderung des Vacuolensystems nicht auf Grund der Klebs'schen Mittheilung änderte und kürzte. Da jedoch meine selbstständige Darstellung, die ich ziemlich mühsam auf das Bekannte aufbaute, schon mehrere Monate vor dem Erscheinen der Klebs'schen Arbeit in obiger Gestalt niedergeschrieben wurde und meine wenigen eignen, jedoch entscheidenden Beobachtungen schon aus dem Jahre 1877 herrühren, glaubte ich mir diese kleine Genugthuung gestatten zu dürfen.

sog. Schlund vollzieht, scheint mir durch eine Reihe Klebs'scher Versuche sehr wahrscheinlich gemacht zu werden. Unter gewissen Bedingungen, so bei Behandlung der Euglenen mit verdünnten Salzlösungen (speciell NaCl, nicht über wenige Procent), jedoch auch durch Druck und höhere Temperatur kann man den Behälter zu ansehnlicher Erweiterung über sein normales Maass bringen. Diese Dilatation beruht sicher darauf, dass unter diesen Bedingungen die Entleerung des Behälters gestört, resp. aufgehoben ist, während die Vacuolen weiter functioniren und ihre Flüssigkeit in den Behälter ergiessen.

Aus dem ganzen Verhalten des Behälters scheint mir jedoch hervorzugehen, dass wir ihn nicht einer contractilen Vacuole im gewöhnlichen Sinne zu vergleichen haben, sondern eher dem Reservoir, das ich bei den Vorticellen in Verbindung mit den contractilen Vacuolen schilderte*), eine Vermuthung, auf die auch Kent schon hinwies.

Aus dem Geschilderten, in Zusammenhang mit dem über die Ernährungsweise der Eugleninen Bekannten müssen wir nun schliessen, dass der sogen. Schlund dieser Formen seine wesentliche Function in der Ausleitung der Vacuolenflüssigkeit findet, und die vielleicht bei den Urformen bestandene Beziehung zur Nahrungsaufnahme gänzlich eingebüsst hat.

Aus den Abbildungen Stein's geht nun hervor, dass auch bei zwei weiteren Familien der Euglenoidina die Verhältnisse der contractilen Vacuolen ähnliche sein werden. Unter den Astasiina zeichnet wenigstens Stein die sogen. contractile Vacuole von Astasia, Heteronema und Sphenomonas ebenfalls in Verbindung mit dem hinteren Schlundende, ganz wie bei den Eugleninen. Wahrscheinlich entspricht dieselbe demnach auch dem Behälter der Eugleninen.

Etwas unsicher bleiben auch die Verhältnisse bei Peranema. Hier liegt die contractile Vacuole, deren Contractionen ich häufig beobachtete, neben dem Schlund, etwas von dem vordern Körperende entfernt (T. 47, 1).

Stein bemerkt über dieselbe: „Der contractile Behälter tritt direct mit dem Mund in Verbindung." Da nun Stein denselben auch stets weit hinter den Mund zeichnet, so scheint sich diese Bemerkung wohl nur auf das Verhalten der Vacuole bei der Contraction zu beziehen und dabei sah ich zuweilen eine Erscheinung, die sich sowohl mit dieser Angabe als auch mit den Einrichtungen der Eugleninen in Zusammenhang bringen liesse. Direct nach der Contraction der Vacuole trat ein länglich-gestreckter, schmaler und etwas unregelmässiger Flüssigkeitsraum auf, der sich vom Ort der früheren Vacuole bis gegen die Mundöffnung erstreckte und hierauf allmählich schwand, während sich neben seinem Hinterende 1—2 neue kleine Vacuolen bildeten. Früher (1878) deutete ich diesen länglichen Raum als eine Flüssigkeitsansammlung, welche die neuentstehenden Vacuolen speise; jetzt neige ich mich dagegen der Ansicht zu, dass derselbe wohl dem sogen. Behälter der Eugleninen entsprechen möge und dass sein Verschwinden als eine Entleerung nach Aussen, wahrscheinlich durch die Mundöffnung, aufzufassen sei. Klebs spricht auch bei Peranema von einer Haupt- und einer Nebenvacuole, ich glaube jedoch, dass diese nichts anderes sind wie die zur Bildung der Vacuole zusammenfliessenden zwei neuentstehenden, die sogen. Hauptvacuole sich daher dem Behälter

*) Zeitschr. f. w. Zoologie Bd. 28, p. 62.

der Eugleninen nicht vergleichen lässt; dies geht auch wohl sicher aus seiner Bemerkung hervor, dass hier die Zusammenziehung der Hauptvacuole sehr deutlich zu beobachten sei.

Schliesslich halte ich es für sicher, dass dieselben Einrichtungen wie bei den Eugleninen auch bei der Familie der Coelomonadinen existiren, ja hier noch viel deutlicher hervortreten und daher auch von Stein richtig beobachtet, jedoch falsch aufgefasst worden sind. Mit der sogen. Mundöffnung, welche auch hier an der Basis der Geissel liegt, steht ein weiter, von heller Flüssigkeit erfüllter Raum in Verbindung, der bald mehr kuglig, bald mehr beutel- bis kegelförmig erscheint. Stein bezeichnet ihn als die Leibeshöhle. Wir halten ihn jedoch für nichts Anderes wie den Behälter, welchen wir schon bei den Eugleninen besprachen. Der kurze Kanal, durch welchen sich nach Stein dieser Behälter häufig, jedoch nicht immer, in der sogen. Mundöffnung nach aussen öffnet, scheint kein Schlund zu sein, sondern ein zeitweise sich bildender Ausfuhrkanal. Diesem Behälter liegen auch hier, was Stein richtiger wie bei den Eugleninen erkannte, die contractilen Vacuolen an, und zwar entweder nur eine (Merotricha und Coelomonas) oder 4—6 im Kranze darum (Microglena) und ergiessen ihren Inhalt jedenfalls in den Behälter (oder die sogen. Leibeshöhle Stein's). Letzterer wird sich dann wie bei den Eugleninen langsam entleeren.

Nach der Schilderung, welche Cienkowsky (134) von dem Vacuolensystem seiner Vacuolaria entwirft, ist es nicht unwahrscheinlich, dass sich hier ähnliche Verhältnisse wie bei den Coelomonadina finden, so dass diese zweigeisselige Form doch vielleicht nähere Beziehungen zu diesen wie zu den Chlamydomonadinen besitzt.

Mit Ausnahme der im Vorstehenden bei den Euglenoidinen geschilderten Einrichtungen zur Entleerung der Vacuolen nach aussen, sind bis jetzt bei den Flagellaten kaum Einrichtungen, Oeffnungen oder dergleichen nachgewiesen worden, durch welche die Entleerung der Vacuolen vor sich gehen könnte.

Nur Künstler beschrieb neuerdings an der contractilen Vacuole von Cryptomonas einen kurzen Kanal, welcher sich in die Mundöffnung ergiesse. Auch an den beiden contractilen Vacuolen von Carteria will er je einen kurzen Kanal beobachtet haben, der sich in die helle farblose Stelle hinter der Geisselbasis öffne (welche Stelle Künstler mit Stein als Leibeshöhle auffasst). Wir werden erst später sehen, dass diese sogen. Leibeshöhle ohne Zweifel kein Flüssigkeitsraum ist, wie der Behälter der Euglenen und es daher sehr unwahrscheinlich klingt, dass die contractilen Vacuolen der Chlamydomonadinen sich in dieselbe ergiessen.

Der Vorgang der Contraction verläuft ziemlich verschieden, indem er theils sehr rasch und plötzlich, theils dagegen langsamer bis recht allmählich geschehen kann, ohne dass man bis jetzt einen Grund für diese Verschiedenheit anzuführen wüsste.

Wenige Beobachtungen liegen bis jetzt über die Häufigkeit der Contractionen vor. Einige Mittheilungen von James-Clark (124) ergeben ziemliche Verschiedenheit in der Aufeinanderfolge der Contractionen für verschiedene Formen; so in der Minute bei Peranema 4—5 Mal, bei Bicosoeca 5—6 Mal, bei Oikomonas Termo 6 Mal und einer sehr nahe verwandten Form 12 Mal. Aus den umfangreichen Beobachtungen Cohn's

(86) über das Spiel der contractilen Vacuolen von Gonium pectorale geht hervor, dass sich bei verschiedenen Kolonien eine ziemliche Variabilität in der Zeitdauer zwischen zwei Contractionen der beiden Vacuolen findet. Die beobachteten Extreme bewegen sich zwischen 26 und 60 Sekunden*). Dagegen scheinen die Individuen einer und derselben Familie gewöhnlich dieselben Werthe zu ergeben. Meist contrahiren sich hier die beiden Vacuolen genau abwechselnd, d. h. die Contraction einer jeden erfolgt genau in der Mitte des Zeitraums zwischen zwei Contractionen der andern. Entsprechend scheinen sich auch die anderen Formen mit zwei und mehr Vacuolen zu verhalten. Zuweilen beobachtete aber Cohn auch Ausnahmen von dieser Regel, indem der Zeitraum zwischen den Contractionen der beiden Vacuolen a und b sich so verhielt, dass die Dauer zwischen den Contractionen von a und b halb so gross war, wie die zwischen den Contractionen von b und a. Cohn sucht diese Abweichung durch die Annahme zu erklären, dass hier drei statt zwei Vacuolen vorhanden gewesen seien, welche sich in gleichen Zeiträumen abwechselnd contrahirten. Jedoch gelang es ihm nie, die dritte Vacuole zu sehen. Da nun auch andre Beobachter des Gonium nie eine solche dritte Vacuole auffanden, so scheint es ziemlich zweifelhaft, ob die Cohn'sche Erklärung das Richtige getroffen hat. Auffallend ist zwar die Regelmässigkeit in den Zeiträumen zwischen den abwechselnden Contractionen, welche schwer in anderer Weise zu verstehen ist. Auch bei den Eugleninen findet Klebs ziemlich constante Zeiträume zwischen den aufeinanderfolgenden Contractionen der Vacuolen. Bei einer mittleren Temperatur von 18 — 20° C. beträgt dieser Zeitraum durchschnittlich 30 Sekunden. Bei Erhöhung der Temperatur (Euglena deses) folgen die Contractionen zunächst rascher aufeinander, bis zu einem Maximum, das etwa bei 32° C. liegt und wo die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Contractionen 22 Sekunden betrug. Hierauf sank die Contractionsfrequenz und erreichte bei 42° C. wieder 30 Sekunden Zwischenzeit. Bei 48° verlangsamten sich die Pulsationen sehr und hörten bei 50° auf. Bei Abkühlung soll die Euglene nicht mehr zum Leben zurückgekehrt, dagegen noch geringe Pulsationen der Vacuolen aufgetreten sein.

Die Forschungen über den Vorgang der Neubildung der Vacuolen nach der Systole sind noch wenig ausgedehnte. Während bei einigen Formen einfach eine kleine neue, allmählich hervorwachsende Vacuole an Stelle der verschwundenen entsteht, bildet sich bei einer Reihe anderer die Vacuole durch Zusammenfluss einiger kleiner neu entstandener. Derartiges beobachtete Bütschli bei Peranema und Tetramitus, Cienkowsky bei seiner Vacuolaria, Stein bei Mastigamoeba, Anisonema, Entosiphon und Petalomonas. Ferner erkannte Klebs, dass auch die Vacuolen der Eugleninen sich durch Verschmelzung zahlreicher kleiner bilden, die wie bei den von Stein beobachteten Fällen schon vor der Systole in einem

*) Bei Volvox beobachtete Busk etwa alle 40 Sekunden eine Contraction, fand jedoch gelegentlich auch das doppelte Intervall.

Kranz um die alte Vacuole entstehen*) und es scheint nicht zweifelhaft, dass dieser Vorgang auch sonst sehr verbreitet ist. Bei Hexamitus inflatus sah Bütschli die neue Vacuole nicht in abgerundeter Gestalt, sondern als einen länglichen Flüssigkeitsraum entstehen, der erst nachträglich kuglige Gestalt annahm.

Die Entstehung der Vacuole durch Zusammenfluss beweist für die Flagellaten wohl ebenso sicher, wie dies schon häufig für die Ciliaten geltend gemacht wurde, dass von einer besonderen Wandung der contractilen Vacuolen nicht die Rede sein kann.

Ich kann daher auch die neueren Untersuchungen Künstler's, welcher der Vacuole von Cryptomonas eine ziemlich dicke und scharf contourirte Membran zuschreibt, nicht für zutreffend erachten. Die Structur dieser Membran beschreibt er ähnlich vacuolös wie die Schlundwand und die Integumentschichten und hält sie für muskulös. Weiterhin glaubt aber Künstler auch noch Kanäle beobachtet zu haben, welche von der Vacuole ausgehend, sich im Körper nach vorn und hinten verbreiteten, ja der hintere verzweige sich und sei wahrscheinlich selbst contractil. Gelegentlich sah er auch zahlreiche Kanäle von der Vacuole sternförmig ausstrahlen. Obgleich an und für sich kein Grund vorliegt, die Existenz solcher Kanäle zu leugnen, indem ja ähnliches von gewissen Infusorien bekannt ist, so ist doch sehr zu beachten, dass andere und genaue Forscher bei Cryptomonas nie etwas derartiges sahen.

c) Die Chromatophoren. Bei sehr zahlreichen Flagellaten finden sich dem Plasma gefärbte Körper sehr verschiedener Grösse und Gestalt eingelagert, welche nach ihrem morphologischen und physiologischen Verhalten den sogen. Chromatophoren der Pflanzenzellen entsprechen. Nichts spricht für die Annahme, dass sich unter diesen gefärbten Körpern der Flagellaten vielleicht auch parasitische Eindringlinge pflanzlicher Natur befinden, wie dies bekanntlich in neuerer Zeit für die früher als Chromatophoren beanspruchten grünen, gelben und braunen Körper der Radiolarien, Infusorien und Zellen zahlreicher Metazoën nachgewiesen wurde. Alles spricht dafür, dass die Chromatophoren unserer Flagellaten dieselbe physiologische Bedeutung haben, wie die der echten Pflanzen. Sie sind Assimilationsorgane und bilden nachweislich ebenso Amylum wie die der Pflanzen. Es ist deshalb auch natürlich, dass wir bei den mit ihnen ausgerüsteten Flagellaten die Aufnahme geformter Nahrung vermissen.

Nur eine einzige sichere Ausnahme von dieser Regel ist mir bekannt, nämlich die von Stein erwiesene Aufnahme geformter Nahrung bei der mit ansehnlichen Chromatophoren versehenen Chrysomonas (Chromulina) flavicans. Die sonstigen gelegentlichen Angaben über die Nahrungsaufnahme grüner oder brauner Flagellaten halte ich für unsicher, dieselben sollen jedoch erst später einer Discussion unterworfen werden.

Der Bau der Chromatophoren ist übereinstimmend mit dem der pflanzlichen, doch erscheint es natürlich, dass gerade unsere kleinen Flagellaten bis jetzt nicht als besonders geeignete Objecte zum speciellen Studium der feineren Bauverhältnisse dienen konnten. Die Chromatophoren sind aus einem festweichen Plasma bestehende Körper, die, soweit bekannt,

*) Wie bei Peranema scheint es mir auch für Anisonema und Entosiphon unrichtig wenn Klebs bei diesen Formen von einer Haupt- und Nebenvacuole spricht.

sich stets scharf gegen das sie einschliessende Körperplasma abgrenzen. Eine feinpunktirte bis reticuläre Structur, wie sie an dem Plasmakörper der Chromatophoren der Pflanzen mehrfach beobachtet wurde, liess sich bis jetzt bei denen der Flagellaten noch nicht nachweisen. Dagegen konnte Klebs zeigen, dass die Chromatophoren der Eugleninen bei der Quellung häufig eine radiärstreifige Beschaffenheit annehmen und ist geneigt, hieraus auf eine feinere Zusammensetzung aus stärker und schwächer quellbaren radiären Streifen zu schliessen.

Die Färbung der Chromatophoren beruht auf einem ihren Plasmakörper gleichmässig durchtränkenden Farbstoff oder einem Gemisch mehrerer Farbstoffe. Dies ergibt sich leicht daraus, dass diese Farbstoffe mit Alkohol ausgezogen werden können, worauf die ungefärbte Grundsubstanz zurückbleibt.

Wie die pflanzlichen Chromatophoren zeigen auch die der Flagellaten eine ziemlich reiche Mannigfaltigkeit der Färbung, die vom reinen lichten Chlorophyllgrün, Dunkelgrün, Span- und Braungrün in reines Braun, Braungelb und schliesslich reines Gelb übergeht. Wahrscheinlich beruhen auch bei unsern Flagellaten die so mannigfach abgestuften Farbentöne auf der Vermischung verschiedener Farbstoffe, eines grünen, der sich dem eigentlichen Chlorophyll zunächst anschliesst und eines gelben bis braunen, der sich dem sogen. Diatomin der Bacillariaceen am meisten nähern dürfte. Wie bekannt, besitzen jedoch diese beiden Farbstoffe selbst wieder eine nahe Verwandtschaft unter einander. Dass eine solche Mischung zweier Farbstoffe in den braungrünen bis gelben Chromatophoren, ähnlich wie in denen der Bacillariaceen, die ihnen auch morphologisch häufig sehr ähnlich sind, vorliegt, ergibt sich wie bei den letzteren daraus, dass bei Behandlung mit Alkohol die rein grüne Chlorophyllfärbung hervortritt. Wahrscheinlich wird also wie bei den Bacillariaceen durch den Alkohol zunächst ein brauner bis gelber Farbstoff entfernt, worauf die Chlorophyllfärbung, die durch ihn verdeckt wurde, sichtbar wird.

Rein grüne Chlorophyllfärbung ist stets charakteristisch für die in grosser Zahl vorhandenen, meist kleinen Chromatophoren oder Chlorophyllkörner, wie sie sich ausschliesslich in der Gruppe der Euglenoidina (Fam. Coelomonadina, Euglenina und Chloropeltina) finden. Als Seltenheit begegnen wir in der Familie der Coelomonadina auch wenigen Formen mit grösseren braunen Chromatophoren (Chrysomonas). Ebenso ausschliesslich herrscht die reine Chlorophyllfarbe in den Familien der Chlamydomonadina und Volvocina, dagegen wird dieselbe hier nicht durch kleine, sondern relativ sehr ansehnliche und meist nur in Einzahl vorhandene Chromatophoren bewirkt. Die gelbe, braune bis braungrüne Färbung fand sich bis jetzt nur bei relativ grösseren plattenförmigen Chromatophoren. Wir begegnen ihr unter den Monadinen in der Familie der Dinobryina, unter den Isomastigoda in den Familien der Chrysomonadina und Cryptomonadina.

Wie schon aus dieser Aufzählung hervorgeht, scheint die Verbreitung der Chromatophoren durchaus keine durchgreifende systematische Bedeutung zu besitzen und diese Erfahrung wird durch die nicht seltene Erscheinung bestätigt, dass bei nächstverwandten Formen die Chromatophoren theils vorhanden sind, theils fehlen, ja dass sogar zuweilen eine gefärbte Art gelegentlich farblos getroffen wird, wenngleich es in diesem Falle bis jetzt unsicher ist, ob die Chromatophoren hier immer wirklich fehlen oder nur des Farbstoffs entbehren. Bei den ungefärbten Varietäten der Eugleninen (Euglena, Phacus, Trachelomonas) scheint nach Klebs eine völlige Degeneration der Chromatophoren eingetreten zu sein.

Die Lage der Chromatophoren im Plasma scheint stets den Anforderungen ihrer Function, welche ja unter Mitwirkung des Lichtes eintritt, zu entsprechen. Das heisst, sie liegen stets peripherisch, dicht unter der Körperoberfläche. Dies tritt nur in solchen Fällen nicht deutlich hervor, wo ein grosses Chromatophor gewissermaassen den ansehnlichsten Theil des Körpers bildet. Im Allgemeinen scheint weiterhin ihre Lage im Körper eine ziemlich feste zu sein, was sich, wie dies seiner Zeit schon für die Eugleninen und Verwandte angedeutet wurde, wohl dadurch erklären lässt, dass die peripherischen Chromatophoren in eine etwas festere, ectoplasmatische Rindenschicht eingeschlossen sind. Für die übrigen Formen tritt dies nicht deutlich hervor und es ist auch bis jetzt wohl kaum genauer darauf geachtet worden, ob nicht gelegentlich Verschiebungen der Chromatophoren stattfinden.

Wenden wir uns jetzt zu einer etwas genaueren Darstellung der Gestaltungsverhältnisse der Chromatophoren. Wie schon bemerkt, finden wir fast stets zahlreiche kleine bei den Familien der Eugleninen, Chloropeltinen und den Coelomonadinen. Die Chromatophoren sind hier gewöhnlich kleine meist kreisrunde, seltner etwas ovale Scheibchen, welche sich in einfacher Schicht, meist dicht nebeneinandergelagert unter der Cuticula finden. Gegen das Innere des Körpers springen sie häufig etwas halbkuglig vor, während ihre äussere Fläche mehr eben ist. In ihren Grössenverhältnissen schwanken die Scheibchen ziemlich, die grössten von ca. 0,004 Mm. Durchmesser besitzt die Gattung Colacium (ähnlich auch Englena deses nach Stein).

Dennoch finden sich bei einigen Euglenen auch Gestaltungsverhältnisse der Chromatophoren, die zu denjenigen der übrigen Flagellaten überleiten. Bei gewissen Formen werden sie nach Klebs' Untersuchungen mehr stäbchen- bis bandförmig, so speciell bei der Euglena sanguinea, deren zahlreiche kurz stäbchenförmige Chromatophoren radiär in dichter Lage unter der Oberfläche zusammengeordnet sind. Länger bandförmig gestreckt erscheinen sie bei der von Klebs als typische Euglena viridis aufgefassten Form und zeigen gleichzeitig eine sehr seltsame Gruppirung, indem sie von einem im Centrum des Körpers gelegnen Häufchen der später zu schildernden Paramylonkörner in der peripherischen Schicht des Körperplasmas nach vorn und hinten ausstrahlen, sich jedoch schliess-

lich bogenförmig umkrümmen und bis zu dem Körnerhaufen wieder zurückbiegen. Wenigstens verstehe ich so die etwas unklare Beschreibung und Abbildung von Klebs. Nicht selten sind jedoch die Chromatophoren dieser Form auch etwas unregelmässig gestaltet, erscheinen geschlitzt und gelappt, ja es vermögen sich einzelne Lappen abzuschnüren und rundliche Scheibchen zu bilden, woraus vielleicht zu schliessen ist, dass solche Gestaltungen überhaupt mit der Vermehrung der Chromatophoren zusammenhängen.

Eine irrige Auffassung vom Bau der Chromatophoren dieser Eugl. viridis entwickelte dagegen Schmitz (194), der die ganze Chromatophorengruppe derselben als ein einheitliches sternförmiges Chromatophor auffasst. Seltsamer Weise schreibt Schmitz auch der grossen E. oxyuris zwei solche sternförmige Chromatophoren zu, die sich um die später zu erwähnenden zwei grossen Paramylonkörper derselben gruppiren sollen; mit Stein und Klebs muss ich jedoch diese Auffassung als ganz irrig zurückweisen, da diese Art wie die Mehrzahl ihrer Verwandten einfach scheibenförmige kleine Chromatophoren besitzt.

Die grösste Annäherung an die Verhältnisse der übrigen Flagellaten zeigt jedoch die E. pisciformis Kl., welche nur zwei bis vier relativ sehr grosse, langgestreckt band- bis plattenförmige Chromatophoren besitzt, die im peripherischen Plasma, ganz wenig schief zur Längsaxe den Körper von vorn nach hinten durchziehen.

Hieran reihen sich nun, wie bemerkt, die übrigen chromatophorenhaltigen Flagellaten, bei welchen stets nur 1—2 relativ sehr ansehnliche Chromatophoren vorhanden sind.

Häufig ist zunächst die Zweizahl. Ihr begegnen wir einmal bei den Dinobryinen (T. 42, 1—2), bei welchen die beiden grünen bis braunen Farbstoffkörper meist eine etwas unregelmässige bis bandförmig verlängerte und abgeplattete Gestalt besitzen und an entgegengesetzte Seiten des Körpers sich lagern. Doch ist ihre Stellung keine so regelmässige wie dies gewöhnlich bei den folgenden Abtheilungen zu beobachten ist, ja sie sind zuweilen sogar so verschoben, dass sie sich in das Vorder- und Hinterende einlagern.

Zwei solch plattenförmige Chromatophoren zeichnen auch die Chrysomonadinen aus (T. 43, 1—3), bei denen sie sich jedoch regelmässig über die gesammte Länge der Körperseiten erstrecken und sich mit ihren Längsrändern so nähern (indem sie je eine Seitenhälfte des Körpers mantelartig umgreifen), dass nur ein schmaler ungefärbter Zwischenraum zwischen ihnen bleibt. Es ist natürlich schwierig, diese Längsränder der Platten scharf zu beobachten, da ihre Färbung sehr schwach ist. Am deutlichsten treten stets die optischen Durchschnitte der Platten längs der Seitenränder hervor, und Stein's Abbildungen zeigen auch gewöhnlich nur diese.

Ganz gleiche Verhältnisse treffen wir ferner bei der Gattung Cryptomonas (T. 45, 10a), wo die beiden Platten gewöhnlich die Seitenflächen so völlig überdecken, dass nur auf der Bauch- und Rückseite eine zarte ungefärbte Zwischenlinie bleibt.

Stein's Abbildungen zeigen jedoch auch z. Th. eine etwas unregelmässigere Gestaltung der beiden Platten; auch scheint es etwas zweifelhaft, ob unsere Form nicht zuweilen auch nur eine einzige Platte besitzt.

Aus den oben schon hervorgehobnen Gründen ist es nämlich häufig etwas schwierig zu entscheiden, ob eine oder zwei Platten vorhanden sind; wenn nämlich, wie sich dies auch findet, eine einfache Platte den grösseren Theil des Körpers umzieht, so gibt sie gleichfalls zwei optische Durchschnitte, welche leicht für zwei getrennte Platten gehalten werden können. So scheint es denn nach Stein's Abbildungen zweifelhaft, ob sich z. B. bei Microglena punctifera (T. 48, 5) wirklich zwei Platten finden und bei der Chromulina (Chrysomonas) flavicans (T. 40, 6a), wo er von zwei braunen Längsbändern spricht, glaube ich nach den Abbildungen fast sicher, dass sich nur eine Platte findet, deren optische Durchschnitte die beiden braunen Längsbänder darstellen.

Wie schon bemerkt, wird das einfache Chromatophor nicht selten so gross, dass es in Plattengestalt nahezu die gesammte Oberfläche des Körpers unterlagert und nur einseitig ein Zwischenraum zwischen den sich entgegenstehenden freien Rändern der Platte bleibt. Solche Chromatophoren bieten der Entzifferung ihrer Gestalt erhebliche Schwierigkeiten dar und da derartige Flagellaten allseitig gefärbt erscheinen, so veranlassen sie leicht die irrige Vermuthung, dass die Färbung ihrem gesammten Plasma inhärire. Diese Ansicht war denn auch bis in die neueste Zeit für die Chlamydomonadina und Volvocina allgemein adoptirt, bis zuerst Schmitz (194) darauf hinwies, dass auch diese Formen ihre Färbung sicherlich einem Chromatophor verdanken, welches jedoch relativ so ansehnlich ist, dass es die Hauptmasse des Körpers bildet. Auch ich hatte mir selbstständig die gleiche Ansicht gebildet, zu der ich zuerst durch die Untersuchung des Chlamydomonas viridis St. geführt wurde. Bei dieser Form (T. 43, 8) existirt nämlich etwa die oben schon geschilderte Gestalt des einfachen Chromatophors, welche bewirkt, dass der Körper auf den Seiten zwei dunkelgrüne Längsbänder aufweist, während die mittlere Region lichtgrün gefärbt ist, da hier das Licht nur eine geringere Dicke des Chromatophors passirt. Der optische Querschnitt zeigt hier jedoch deutlich das einfache zusammengekrümmte Chromatophor.

Etwas anders ist dagegen der Bau und die Lagerung des einfachen Chromatophors des Chlamydomonas pulvisculus und der ganz entsprechenden Carteria und Gonium sociale (Dj. sp.). Hier (T. 43, 6a; 45, 2) besitzt dasselbe nahezu die Gestalt und Grösse des Körpers, den es fast vollständig erfüllt. Nur in der Vorderregion, hinter der Geisselbasis ist das Chromatophor etwa kuglig ausgehöhlt und in dieser Aushöhlung finden wir überhaupt die einzige grössere Ansammlung des Körperplasmas und darin denn auch natürlich den Kern, sowie die contractilen Vacuolen. Es dürfte zwar keiner Frage unterliegen, dass auch äusserlich das Chromatophor von einer sehr zarten Plasmalage umschlossen wird, doch wurde bis jetzt der Nachweis derselben kaum mit Sicherheit geführt; jedenfalls ist sie nur äusserst dünn.

Die helle Aushöhlung im Chromatophor der geschilderten Formen war den früheren Beobachtern, namentlich Cohn und Stein nicht entgangen; Cohn bezeichnet sie als einen

wasserhellen Hohlraum, Stein dagegen als Leibeshöhle, eine Auffassung, welche in keiner Beziehung gerechtfertigt erscheint.

Bei den übrigen Chlamydomonadinen und Volvocinen fehlt es bis jetzt an einer eingehenden Untersuchung der Vertheilung des Farbstoffes, weshalb sich nicht mit gleicher Sicherheit erweisen lässt, dass auch sie in analoger Weise ein sehr ansehnliches Chromatophor besitzen, und die scheinbar gleichmässige Färbung nicht existire. Mit Schmitz halte ich dies jedoch für unzweifelhaft.

Hierfür spricht denn auch, dass sich bei vielen hierhergehörigen Formen die Grünfärbung nicht ganz gleichmässig über das gesammte Plasma ausdehnt, sondern das vordere Körperende häufig, wenn nicht vielleicht regelmässig aus ungefärbtem Plasma besteht. So findet sich ein ungefärbtes, sogen. Schnabelspitzchen, welches die Geisseln trägt, regelmässig bei Haematococcus. Gelegentliche Betrachtung des H. lacustris zeigte mir aufs deutlichste die Gegenwart eines einfachen peripherischen Chromatophors, das wahrscheinlich einen vorn und hinten geöffneten breiten Ring darstellt. Die hintere Oeffnung blieb etwas zweifelhaft, so dass das Chromatophor vielleicht auch zuweilen oder immer eine tief ausgehöhlte Becherform besitzt. Bei Volvox dehnt sich die grüne Färbung gewöhnlich nicht auf die Vorderregion der Zellen aus. Bei den aus dem Ruhezustand hervorgegangenen nackten Schwärmzellen der Stephanosphaera zeichnen Cohn und Wichura im Vorderende einen hellen Raum, welcher verräth, dass der Bau des Chromatophors hier ganz den Verhältnissen bei Chlamydomonas pulvisculus entspricht, wogegen die umhüllten Schwärmzellen das hyaline Schnabelspitzchen des Haematococcus aufweisen. Aus diesen Daten und mancherlei ähnlichen, nur unbestimmteren scheint mir die Richtigkeit unserer Annahme mit hinreichender Gewissheit hervorzugehen.

Eine recht interessante Erscheinung ist, dass bei sehr nahe verwandten Formen Chromatophoren theils vorhanden sind, theils fehlen, ja dass sogar eine gewöhnlich gefärbte Art zuweilen ganz farblos angetroffen wird. Letzterer Fall wurde speciell bei der Gattung Euglena durch zahlreiche Forscher constatirt; schon Ehrenberg beschrieb eine farblose Euglena viridis als besondere Art (E. hyalina) und namentlich bei Eugl. acus gibt es häufig farblose Individuen; Stein erblickt in diesen letzteren irriger Weise sogar eine geschlechtliche Generation. In entsprechender Weise treten auch gewisse Phacus- und Trachelomonasarten chlorophyllfrei auf, was z. Th. schon Perty beobachtete und Klebs genauer ermittelte.

Weiterhin begegnen wir in der Familie der Chlamydomonadina der stets farblosen Gattung Polytoma, die nur Schneider (84) zuweilen grün getroffen haben will, was jedoch möglicherweise nur auf Verwechslung mit Chlamydomonas beruhte, welcher Gattung Cohn die Polytoma sogar einreihen wollte. Aehnliches bietet auch die Familie der Cryptomonadinen dar, deren Gattung Chilomonas nur durch ihre Farblosigkeit von der gefärbten Cryptomonas unterschieden ist.

In den beiden letzterwähnten Fällen hängt die Farblosigkeit aufs Entschiedenste mit der Lebensweise zusammen, denn sowohl Polytoma wie Chilomonas leben in faulenden Flüssigkeiten und ihre Ungefärbtheit erklärt sich daher wie die zahlreicher Pflanzen durch saprophytische Ernährung. Neuerdings konnte denn Klebs zeigen, dass auch andere Chlamydomonadinen unter entsprechenden Bedingungen ganz

chlorophyllfrei und farblos auftreten können, so Chlorogonium und Carteria, ja es hat den Anschein, dass diese farblosen Vertreter der beiden Gattungen nur Varietäten der gefärbten Arten sind. Weiterhin behauptete auch schon Perty, dass der gewöhnliche Haematococcus gelegentlich chlorophyllfrei vorkomme. Ebenso hat Klebs für die farblosen Eugleninen ziemlich sicher nachgewiesen, dass sie vorwiegend in faulenden Flüssigkeiten auftreten und sich daher jedenfalls in entsprechender Weise ernähren.

Wie schon früher bemerkt wurde, scheint bei diesen ungefärbten Repräsentanten gefärbter Flagellaten eine völlige Rückbildung der Chromatophoren eingetreten zu sein. Immerhin dürften jedoch vielleicht auch Fälle getroffen werden, wo die Chromatophoren noch erhalten, aber ihres Farbstoffes beraubt sind, da derartiges bei gewissen Pflanzen nicht selten beobachtet wurde.

Wie bei den echten Pflanzen, finden wir auch bei den gefärbten Flagellaten eine Vermehrung der Chromatophoren durch Theilung. Deshalb dürfen wir auch für diese die neuere Erfahrung der Botaniker acceptiren: dass niemals Neubildung der Chromatophoren, sondern nur eine Vermehrung durch Theilung sich finde. Das Nähere über den Theilungsvorgang der Chromatophoren, soweit derselbe bei unseren Flagellaten bis jetzt verfolgt wurde, lässt sich besser erst bei der Fortpflanzung besprechen.

d) Pyrenoide und Amylumeinschlüsse der Chromatophoren. In den grünen Chromatophoren der Chlamydomonadinen und Volvocinen beobachtet man gewöhnlich ein oder auch mehrere stärker lichtbrechende Körperchen. Diese schon sehr frühe beobachteten Einschlüsse wurden ursprünglich als Chlorophyllbläschen (Nägeli) bezeichnet, da sie scheinbar intensiver grün gefärbt sind, eine Erscheinung, welche jedoch sicher nur daher rührt, dass sie dunkler wie die umgebende Chromatophormasse aussehen, nicht jedoch auf eigener Färbung. Später, als man erkannte, dass sich diese Körperchen mit Jod bläuen und also Stärkeeinschlüsse sind. bezeichnete man sie als Amylumkerne (de Bary). Manchmal wurden sie auch als Zellkerne beansprucht, so ursprünglich von Carter, Fresenius und anderen. In neuerer Zeit erhielt diese Ansicht noch die Unterstützung weiterer Forscher, auf Grund besonderer Bauverhältnisse dieser Einschlüsse. Erst in neuester Zeit aber wurde ihr Bau genauer erforscht; zwar hatte man schon lange beobachtet, dass sie aus einer dunkleren und meist nicht sehr dicken Aussenzone bestehen, die einen helleren Inhalt umschliesst, also einen bläschenförmigen Bau zeigen, doch erst durch Cohn (162) und später Schmitz (192) wurde sicher festgestellt, dass nur die äussere Zone aus Amylum bestehe, der Inhalt dagegen aus einer Substanz von plasmatischem Charakter, die sich gewöhnlich durch ihre intensive Tingirbarkeit auszeichnet.

Derartige Einschlüsse sind, wie bekannt, in den Chromatophoren der Algen sehr verbreitet und finden sich hier auch, wie Schmitz gezeigt

hat, häufig ohne eine Amylumhülle. Letztere ist nämlich sicher ein Product, welches erst nachträglich und wahrscheinlich unter dem directen Einfluss des tingirbaren Centralkörpers zur Entwicklung kommt. Schmitz bezeichnet diesen Centralkörper daher als das Pyrenoid, welches demnach sehr gewöhnlich durch Ablagerung von Amylum auf seiner Oberfläche zu einem sogen. Amylumherd wird.

Soweit die Erfahrungen bei den Chlamydomonadinen und Volvocinen reichen, scheinen bei ihnen nackte Pyrenoide ohne Amylumhülle noch nicht beobachtet zu sein. Fast stets besitzt das homogen und matt erscheinende Pyrenoid eine zusammenhängende, gewöhnlich nur mässig dicke Amylumhülle. Nur bei Haematococcus lacustris beobachtete ich eine deutliche Zusammensetzung der Hülle aus kleinen Körnchen, wie bei den Algen gewöhnlich. Obgleich nun nicht zu verkennen ist, dass die Kleinheit unserer Wesen die Erkennung eines solchen Aufbaus der Amylumhülle sehr erschwert, halte ich es doch für wahrscheinlicher, dass die Stärkeschicht hier gewöhnlich eine zusammenhängende ist. Wahrscheinlich dürfte sie jedoch ursprünglich auch durch Verschmelzung gesonderter, sehr kleiner Amylumkörnchen entstanden sein, wofür die Erfahrungen bei den Algen sprechen.

Bei den grünen Eugleninen finden sich Pyrenoide verhältnissmässig selten. Doch scheint zuerst Stein ihr Vorkommen bei der Gattung Colacium festgestellt zu haben, wo sie nach seinen Abbildungen in jeder Hinsicht den seither besprochnen gleichen und sogar eine Hülle aus gewöhnlichem Amylum besitzen sollen, was, wie wir sehen werden, für eine Euglenine sehr wenig wahrscheinlich ist.

Bei gewissen Euglenenarten sowie den Angehörigen der Gattung Trachelomonas hat Klebs die Existenz der Pyrenoide neuerdings erwiesen. Stets findet sich hier nur ein Pyrenoid in einem Chromatophor, jedoch in etwas eigenthümlicher Lagerung. Während es bei den seither besprochenen Formen wie bei den Algen ganz in die Masse des Chromatophors eingebettet ist, bleibt es hier auf den beiden Flächen des scheiben- resp. bandförmigen Chromatophors unbedeckt und springt halbkuglig über diese Flächen empor. Klebs schien es sogar, dass diese Pyrenoide eigentlich aus zwei Hälften zusammengesetzt seien, indem die Chromatophorenmasse in einer dünnen Lage die Mitte des kugligen Pyrenoids durchsetze.

Selten ist das Pyrenoid der Eugleninen nackt (Eugl. deses), gewöhnlich besitzt es auch hier eine Hülle, welche jedoch aus dem später genauer zu erörternden Paramylum besteht. Entsprechend der Bau- und Lagerungsweise der Pyrenoide ist diese Paramylumhülle jedoch keine kugelschalig zusammenhängende, sondern besteht aus zwei halbkugligen Schalen, welche den beiden halbkugligen Vorsprüngen des Pyrenoids so dicht aufsitzen, dass nur ein schmaler heller Zwischenraum zwischen der Pyrenoidoberfläche und der Schale bemerkbar ist.

Die meist intensive Tingirbarkeit der Pyrenoide liess auch Cohn 1878 vermuthen, dass sie die Zellkerne seien, eine Ansicht, welche

Reinhardt (157) schon zwei Jahre früher für Chlamydomonas entwickelt hatte. Schmitz dagegen, dem nicht unbekannt ist, dass unsre Formen stets einen echten Zellkern besitzen, hat die Ansicht, dass die Pyrenoide den Nucleoli vergleichbar seien und scheint daher auch geneigt, die Chromatophoren sammt ihren Pyrenoiden den Zellkernen an die Seite zu stellen.

Inwiefern eine solche Auffassung, die ganz neue Gesichtspunkte für die Zellenlehre einschliesst, gerechtfertigt erscheint, ist hier zu untersuchen nicht der Ort, jedenfalls ist die selbstständige Vermehrungsfähigkeit der Chromatophoren für diese Frage recht bemerkenswerth.

Wie bei den Algen schwankt auch die Zahl der Pyrenoide in den Chromatophoren unserer Flagellaten. Häufig begegnen wir nur einem einzigen, so bei den meisten Formen von Chlamydomonas, Carteria, Phacotus, bei Gonium, Pandorina, Eudorina (häufig), Volvox und den Euglenineu durchaus. Dennoch ist diese Regel keine durchgreifende, wenigstens fanden Carter (1858), Stein und ich bei Eudorina vier und mehr gleichzeitig vor und ähnlich verhält sich auch Carteria. Andre Formen besitzen dagegen gewöhnlich zwei bis mehrere Amylumherde. So finden sich in den Zellen der Stephanosphaera regelmässig zwei, welche sich symmetrisch vor und hinter den Kern lagern. Auch die interessante Chlamydomonas obtusa A. Braun sp. (= grandis St.) besitzt zuweilen zwei entsprechend gelagerte Amylumherde, häufig dagegen eine grössere Zahl (bis zu sieben etwa), welche sich dann unregelmässig vertheilen (T. 43, 10) und ganz ähnlich verhält sich auch Chlorogonium. Interessant ist jedoch, dass Chlamyd. obtusa gelegentlich auch nur einen einzigen Amylumherd besitzt, welcher dann wie bei den oben angeführten Formen hinter dem Kern liegt. Auch Haematococcus lacustris enthält gewöhnlich eine grössere Anzahl Pyrenoide (T. 43, 9b) (weshalb auch die oben geschilderte Chlamydomonas häufig mit der Gattung Haematococcus vereinigt wurde).

Die aufgezählten Vorkommnisse zahlreicher Pyrenoide machen es von vornherein wahrscheinlich, dass dieselben vermehrungsfähig sind, was durch directe Beobachtung vielfach bestätigt wurde. Schon Cohn hatte 1854 gezeigt, dass sich das einfache Pyrenoid von Gonium vor jeder Zweitheilung dieser Flagellate selbst durch Theilung verdopple. Carter bestätigte dies 1858 und 59 für Chlamydomonas und dies veranlasste ihn ursprünglich, die Pyrenoide für Zellkerne zu halten, bis er sich von ihrer Amylumhülle überzeugte. Eine rasche Vermehrung der Stärkekügelchen hatte übrigens schon Busk 1852 in den sich entwickelnden Parthenogonidien des Volvox beobachtet, ohne jedoch festzustellen, ob dieselbe durch Theilung der schon vorhandenen geschehe. Cohn erwies 1875 das Gleiche für Volvox, 1878 für Gonium sociale und Tetraselmis, und fand jetzt, dass die Theilung der Zelle und des Pyrenoids ganz gleichzeitig geschehe, d. h. das letztere gewissermaassen durch Einschnürung des Zellplasmas in zwei Hälften durchschnitten werde. Dagegen zeichnet Stein die Vermehrung der Amylumherde bei Chlamydomonas

pulvisculus und Eudorina wie Carter vor der eigentlichen Theilung der Zelle.

Die neueren Beobachtungen über die Pyrenoide der Algen ergeben nun, dass deren Vermehrung auch hier sehr gewöhnlich durch Theilung geschieht und dass dieser Theilungsprocess bald mehr der Schilderung Carter's, bald mehr der Cohn's entsprechend verläuft. Gewöhnlich streckt sich das kuglige Pyrenoid hierbei etwas in die Länge und zerfällt alsdann durch eine mittlere Einschnürung in zwei Theile. Dabei folgt auch die Stärkehülle der Längsstreckung und wird gleichfalls in zwei Hälften auseinander gezogen, welche nun, nach den Beobachtungen von Schmitz als halbkuglige, also ungeschlossene Kappen die beiden neuen Pyrenoide bedecken. Rasch vollzieht sich dann aber ihre Vervollständigung zu geschlossenen Hüllen, indem neue Amylumkörnchen an den unbedeckten Stellen der Pyrenoide entstehen und die Lücke in der Hülle ausfüllen. Bei unseren Flagellaten ist bis jetzt über das genauere Verhalten der Amylumhülle bei der Theilung der Pyrenoide nichts Sicheres ermittelt worden. Dagegen wurden namentlich von Stein mehrfach Pyrenoide beobachtet, welche statt der gewöhnlichen kugligen eine längsgestreckte, ovale bis sogar bandförmige Gestalt besassen. Wir finden Derartiges abgebildet bei Tetraselmis und Eudorina, deren Pyrenoide gewöhnlich eine kuglige Gestalt besitzen, und es dürfte kaum einem Zweifel unterliegen, dass diese länglichen Pyrenoide Theilungszustände waren.

Zweifelhafter ist dies für die sogen. Chlamydomonas monadina Ehrb. sp., welcher sich nach Stein wesentlich dadurch von der gewöhnlichen Chlam. pulvisculus unterscheidet, dass sie ein bandförmig ausgezogenes Pyrenoid besitzt, welches etwa im Aequator gelegen, sich parallel der Körperoberfläche zusammenkrümmt, so dass seine Enden nahezu zusammenstossen.

Aehnliche Formen, welche ich beobachtete, zeigten keine Krümmung des Bandes, dagegen in den beiden etwas angeschwollnen Enden deutlich ein helleres Pyrenoid, so dass ich dieses Band auch als einen in Theilung begriffenen Amylumherd beurtheilen möchte, in welchem das eigentliche Pyrenoid schon in zwei neue zerfallen ist, die noch durch einen bandartig ausgezogenen Amylumstreif in Verbindung stehen. Ich neige mich dieser Ansicht um so mehr zu, da sich gleichzeitig mit diesen Formen andere fanden, welche theils einen einfachen runden Amylumherd, theils deren zwei enthielten. Nicht ganz sicher erscheint es daher auch, ob die Chlamydomonas monadina wirklich specifisch von der gewöhnlichen Chlam. pulvisculus geschieden ist.

Eine selbstständige Neubildung von Pyrenoiden, wie sie neben der Vermehrung durch Theilung bei den Algen von Schmitz behauptet wird, entbehrt für die Flagellaten bis jetzt noch des Nachweises, jedoch liegt auch kein Grund vor, ähnliche Verhältnisse bei denselben zu leugnen.

An die im Vorhergehenden besprochene Amylumerzeugung in den Chromatophoren, schliesst sich die Frage an, ob die Stärkebildung nicht auch unabhängig von Pyrenoiden in oder ausserhalb der Chromatophoren vorkommt, wofür ja bei pflanzlichen Organismen zahlreiche Beweise sprechen. Leider ist für die genaue Feststellung dieser

Frage bis jetzt wenig geschehen. Mancherlei Angaben liessen sich zwar anführen, welche das Vorkommen kleiner Stärkekörnchen in den Chromatophoren, resp. dem ungefärbten Plasma zu erweisen scheinen, doch lassen es diese aus früherer Zeit stammenden Angaben unentschieden, ob Amylumherde oder einfache Stärkekörnchen vorlagen.

So will Cohn in den Volvoxzellen gewöhnlich ein einziges Stärkekörnchen beobachtet haben; auch mancherlei Beobachtungen am Haematococcus könnten dafür angeführt werden, dass hier kleine Stärkekörnchen zuweilen neben den Amylumherden vorhanden sind.

Stärkekörner gewöhnlicher Beschaffenheit finden wir meist reichlich bei der Gattung Cryptomonas, doch ist deren Sitz bis jetzt noch etwas fraglich.

Sowohl aus eigener Anschauung, wie aus den Angaben Strasburger's (170) und den Zeichnungen Stein's schien hervorzugehen, dass die Stärkekörner hier nicht den beiden Chromatophorenplatten, sondern dem inneren farblosen Plasma eingelagert sind. Dem steht jedoch die Angabe Künstler's gegenüber, dass die Amylumkörner der tiefsten der drei von ihm unterschiednen Schichten der Farbstoffplatten eingelagert seien. Ich glaube jedoch kaum, dass diese Angabe richtig ist, da sowohl Stein wie Strasburger die Körner häufig dicht neben dem Schlund sahen, was nicht mit ihrer Lage in den Chromatophoren zu vereinigen ist. Auch findet sich kaum eine einzige Zeichnung, auf der ein Korn im optischen Schnitt einer Chromatophore erschiene.

Sowohl die Zahl wie die Grösse der Amylumkörner ist bei unserer Gattung sehr verschieden; häufig finden sich nur einige wenige ziemlich ansehnliche, nicht selten dagegen auch sehr zahlreiche kleine, so dass das Innere ganz grobkörnig erscheint. Derartige Zustände scheint Künstler allein gesehen zu haben und er lässt diese Körner, wie gesagt, in einer einfachen Schicht dicht neben einander gelagert die gesammte innere Lage der Chromatophoren durchsetzen.

Von besonderem Interesse ist die Erfahrung, dass sich echtes Amylum auch bei gewissen farblosen Flagellaten in reichlicher Menge vorfindet und zwar sicher als ein Stoffwechselproduct, nicht etwa als aufgenommene Nahrung. Interessanter Weise sind die Formen, welche dies zeigen, saprophytische nächste Verwandte gefärbter Flagellaten. Zunächst wäre Chilomonas zu erwähnen, die, wie schon früher bemerkt, mit Ausnahme ihrer Farblosigkeit mit Cryptomonas nahezu identisch ist. Bei einigermaassen günstiger Ernährung, d. h. in gehaltreichen Infusionen, finden wir eine dichte Lage ziemlich ansehnlicher Amylumkörner direct unter der Hautschicht unsrer Wesen. Nicht selten sind jedoch die Körner spärlicher vorhanden, ja bei schlechter Ernährung, in alten Infusionen, kann schliesslich die Stärke auch völlig schwinden, weil ohne Zweifel die Bedingungen für ihre Neuerzeugung fehlen und die als eine Art Reservenahrung aufgehäufte, verbraucht wurde.

Ganz entsprechende Verhältnisse zeigt die Gattung Polytoma, eine saprophytisch lebende Chlamydomonadine. Auch sie speichert unter günstigen Ernährungsbedingungen, wie Ant. Schneider zuerst nachwies, grosse Mengen Stärkekörner in ihrem Körper auf. Zunächst häufen sich dieselben im Hinterende an (T. 43, 4a), erfüllen jedoch schliesslich bei recht reichlicher Ernährung den gesammten Körper-

Ferner lässt sich auch hier wie bei Chilomonas beobachten, dass unter ungünstigen Ernährungsbedingungen die Amylumkörnchen allmählich schwinden und die Polytomen endlich zu Grunde gehen.

Neuerdings gelang es denn auch Klebs in den von ihm beobachteten saprophytischen farblosen Vertretern der Gattungen Chlorogonium und Carteria zahlreiche echte Amylumkörnchen nachzuweisen. Bei der Carteria finden diese sich ganz wie bei Chilomonas in einer peripherischen Schicht unter der gesammten Körperoberfläche.

Paramylum. In der umfangreichen Abtheilung der Euglenoidinen konnte bis jetzt trotz der häufigen Gegenwart des Chlorophylls meist keine echte Stärke aufgefunden werden. Eine Ausnahme könnte nur die Gattung Colacium (wahrscheinlich nur das C. calvum) bilden, wo sich nach Stein, wie früher erwähnt, ein Amylumherd in jedem Chromatophor findet*). Künstler will auch bei Phacus in den Chromatophoren je ein kleines Amylumkorn beobachtet haben, was ich jedoch nach eignen Erfahrungen für unrichtig halte.

Dagegen findet sich nun in unserer Abtheilung weit verbreitet ein anderes Kohlehydrat, welches zwar die gleiche empirische Zusammensetzung $C_6H_{10}O_5$ wie Amylum besitzt, jedoch im Uebrigen sehr wesentlich von dem gewöhnlichen Amylum abweicht und sich in manchen Beziehungen der Cellulose nähert. Gottlieb, welcher schon 1851 diesen Körper bei der Euglena viridis eingehender chemisch studirte, nannte ihn Paramylon und diese Bezeichnung hat sich allmählich eingebürgert, wenngleich den meisten späteren Beobachtern die Herkunft dieses Namens unbekannt blieb. Wie das Amylum findet sich auch das Paramylum sowohl bei grünen wie ungefärbten Euglenoidinen vor und zwar ist es bei den ersteren (mit eventueller Ausnahme der oben namhaft gemachten Fälle) durchaus verbreitet**), wogegen die farblosen es nicht immer aufweisen. Doch ist es sicher constatirt bei farblosen Varietäten von Euglena, bei der gewöhnlich farblosen oder doch sehr chlorophyllarmen Gattung Menoidium (wahrscheinlich auch der verwandten Atractonema), Rhabdomonas und gewissen farblosen sogen. Astasiaformen von Klebs. Auch bei der farblosen Peranema haben Stein und Klebs häufig Paramylonkörnchen constatirt. Es ist jedoch fraglich, ob dasselbe von ihr erzeugt oder nur als Nahrung aufgenommen wurde. — Ausserhalb der Gruppe der Euglenoidina wurde, wie bemerkt, das Paramylum noch nie sicher aufgefunden, nur Cohn (1850) beobachtete in den schwärmenden Haematococcuszellen zuweilen glänzende Körperchen, die er wahrscheinlich richtig mit den Paramylumkörnern der Euglenen verglich.

Chemisch unterscheiden sich, wie gesagt, die Paramylumkörner sehr wesentlich von dem Amylum, zunächst durch ihre gänzliche Untingirbar-

*) Klebs leugnet dagegen ausdrücklich die Anwesenheit von Pyrenoiden bei dieser Gattung und will Paramylonscheiben im Körperplasma beobachtet haben.

**) Unter den grünen Coelomonadinen hat bis jetzt nur Mereschkowsky bei der Gattung Merotricha das Paramylon constatirt.

keit mit Jod, was schon Gottlieb beobachtete und sämmtliche spätere Forscher bestätigten. Weiterhin fällt ihre grosse Widerstandsfähigkeit gegen Reagentien auf, eine Erscheinung, die schon Dujardin, Focke, Carter und Andere hervorgehoben haben. Speciell den Säuren widerstehen sie sehr, nur in concentrirter Schwefelsäure (Bütschli, Klebs) und beim Kochen in rauchender Salzsäure (Gottlieb) lösen sie sich und bilden im letzteren Fall gährungsfähigen Zucker (Gottlieb). Auch Diastase übt nach Gottlieb keine sichtliche Wirkung aus. In Ammoniak unlöslich, wird das Paramylum dagegen in verdünnter Kalilauge (nicht unter 6%, Klebs) rasch gelöst und lässt sich durch Salzsäure aus der Lösung unverändert wieder niederschlagen. Natürlich sind alle alkoholischen und verwandten Lösungsmittel wirkungslos. Die grosse Widerstandsfähigkeit der Paramylumkörner macht, dass dieselben sich auch in abgestorbnen und ganz verfaulten Euglenen etc. wohl erhalten und dann häufig sehr gut zu studiren sind.

Ihre Bildung geschieht nie in den Chromatophoren, stets liegen sie ausserhalb derselben im Plasma, wenngleich häufig dicht unter der peripherischen Chromatophorenschicht, so dass hierdurch eine Beziehung zu dieser angedeutet wird. Sehr kenntlich wird diese Beziehung, wie schon bemerkt, bei den mit Pyrenoid versehenen Chromatophoren gewisser Eugleninen, da sich hier fast stets um jedes Pyrenoid eine zweiklappige Paramylumhülle bildet (Klebs). Nur anzudeuten wäre noch, dass, wie schon früher hervorgehoben, unsre Körner häufig für Fortpflanzungsorgane, resp. Keime der Euglenen etc. gehalten wurden, so schon von Ehrenberg, später namentlich von Carter, selbst Claparède und Lachmann hielten diese Ansicht noch für wahrscheinlich.

Morphologisch bieten die Paramylumkörper ein nicht geringes Interesse und recht grosse Verschiedenheiten dar. Bei den Euglenen zeigen sie fast stets eine Neigung zu länglicher, ovaler bis stäbchenförmiger Gestaltung, sind jedoch nach Klebs zuweilen auch kreisrunde Scheiben. Ihre Grösse schwankt ungemein. Bei gewissen Arten bleiben sie sehr klein und erfüllen in grosser Menge als stark lichtbrechende Gebilde das Plasma. Bei der E. viridis (Kl. emend.) häufen sich die Körnchen im Centrum des Körpers um eine etwas dichtere Plasmapartie zusammen, welche Schmitz als ein Pyrenoid betrachtet (Schmitz, Klebs). Entsprechend kleine Körnchen fand ich auch stets bei der Gattung Trachelomonas und ähnlich schildert auch Mereschkowsky die der Merotricha.

Bei gewissen langgestreckten Euglenen wachsen die Paramylumgebilde zu längeren stabartigen, schmäleren bis dickeren Körpern heran, welche dann meist in geringerer, immerhin jedoch häufig noch recht beträchtlicher Zahl vorhanden sind. Solche Verhältnisse beobachten wir namentlich bei der Euglena acus (T. 47, 8) und Ehrenbergii (Kl.), zuweilen jedoch auch bei Euglena oxyuris. Gewöhnlich trifft man neben diesen grossen Paramylumstäben auch noch eine Anzahl kleinerer bis kleinster, welche es illustriren, dass auch die grossen Stäbe allmählich aus kleineren

hervorgewachsen sind. Eigenthümlich erscheinen gewisse grosse und meist etwas mehr ovale Paramylumgebilde, welche sich in Zweizahl bei Euglena Spirogyra (T. 47, 9) und zuweilen auch bei Euglena oxyuris finden. Eines derselben liegt stets vor, das andere hinter dem in der Körpermitte befindlichen Kerne, eine Lagerung, welche etwas an die der beiden Amylumherde gewisser Chlamydomonadinen erinnert. Diese Gebilde erscheinen nun nicht solide, sondern bestehen anscheinend aus einer stärker lichtbrechenden dicken Hülle, welche jedenfalls allein Paramylum ist und einem helleren Kern.

Stein erklärt diesen helleren Kern für eine weichere Substanz, die das Innere erfülle. Aehnlich deutete auch schon Carter im Jahre 1856 ihren Bau; er schrieb der Innenmasse eine fettartige, flüssige Beschaffenheit zu. Neuestens hat nun Schmitz eine ganz besondere Ansicht über diese Körper der Euglena oxyuris ausgesprochen. Ihm gilt die Innenmasse als ein Pyrenoid, das jedoch nicht etwa in eine Paramylonhülle eingeschlossen sei, sondern im Centrum eines sternförmigen Chromatophors liege. Die scheinbare Kapsel soll dadurch entstehen, dass sich zahlreiche isolirte kleine Paramylonkörnchen um dieses Pyrenoid, jedoch natürlich ausserhalb des Chromatophors herumlagern. Ebensowenig wie die sternförmigen Chromatophoren halte ich jedoch diese Deutung der Paramylonkörper für zulässig und auch Klebs gelangte zu diesem Schluss.

Unsre Auffassung der besprochnen Körper soll sofort im Zusammenhang mit der Besprechung der Paramylonkörper der Chloropeltinen erläutert werden. Bei den hierhergehörigen Gattungen Phacus und Lepocinclis finden sich gewöhnlich neben zahlreichen kleineren, rundlichen bis stäbchenförmigen Paramylumkörperchen ein oder wenige grössere, runde und abgeplattet scheibenförmige Körper vor. Diese grossen, häufig jedoch auch die kleineren rundlichen zeigen einen ähnlichen Bau, wie die vorher besprochnen länglichen gewisser Euglenen. Eine mehr oder weniger dicke Paramylumkapsel scheint einen helleren Inhalt zu umschliessen und in letzterem liegt zuweilen noch ein zweiter ähnlicher Körper eingeschlossen (T. 47, 13) Genaue Betrachtung der kleineren Körper von Phacus scheint mir nun zu ergeben, dass die Deutung in Kapsel und Inhalt eine irrige ist, und sich die Sache einfacher und wahrscheinlicher so erklärt, dass es sich um Paramylumscheiben handelt, welche im Centrum eine Durchbrechung besitzen, d. h. also um ringförmige Paramylumkörper. Auch der Ring selbst zeigt zuweilen noch eine dunklere concentrische Linie, bald dem inneren, bald dem äusseren Rand genähert.

Die Einlagerung eines zweiten kleineren Körpers in einen grösseren erklärt sich auf diese Weise auch leicht, da ja einer solchen an einem geöffneten Ring kein Hinderniss im Wege steht. Weiterhin scheint mir diese Auffassung noch deshalb den Vorzug zu verdienen, weil sie in einfacher Weise zu dem sonst sehr merkwürdigen Bau der beiden ansehnlichen Paramylumkörper des Lepocinclis Ovum überleitet. Diese Form (T. 47, 15 b) besitzt häufig, wie zuerst Carter (1859) beobachtete, zwei sehr grosse Paramylumkörper, welche sich gegenüberstehend dicht unter der Cuticula lagern. Diese Körper, welche Carter gleichfalls als „nucleated cells“ beschrieb, sind bei ihrer Grösse aufs sicherste als weit geöffnete

Ringe, oder in sich zurückkehrende Bänder von Paramylum zu erkennen. Sie dehnen sich gewöhnlich um den Körper so weit aus, dass sie sich nahezu berühren. Dennoch finden sich auch hier neben ihnen stets noch eine Anzahl kleiner rundlicher Paramylumkörnchen vor, welche sämmtlich die Ringform meist deutlich zeigen. Doch ist es bei so kleinen Gebilden schwierig zu entscheiden, ob wirklich eine Durchbrechung und nicht etwa nur eine grubenförmige Aushöhlung die Ringform hervorruft; ich möchte sogar vermuthen, dass sich die durchbrochene Ringform erst allmählich aus anfänglich soliden Scheibchen entwickelt. Auf Grund der soeben mitgetheilten Erfahrungen dürfen wir jedoch auch den Bau der länglichen Körper der Euglena oxyuris und Spirogyra mit grosser Wahrscheinlichkeit als einen ringförmigen betrachten und auch Klebs haben seine Untersuchungen zu derselben Ansicht geführt. Dieser Forscher spricht sich um so entschiedener für eine solche Auffassung aus, da er unter gewissen Bedingungen beobachtete, dass die Euglena Spyrogyra im Dauerzustand die Durchbrechungen ihrer grossen Paramylumkörper durch nachträgliche Bildung von Paramylum ausfüllte und dieselben so zu „anscheinend homogenen Cylindern" wurden.

Während die früheren Beobachter meist nichts von einer feineren Structur der Paramylumkörner sahen, machte zuerst Schmitz darauf aufmerksam, dass dieselben stets einen weniger dichten centralen Theil besitzen und Klebs erkannte weiter, dass ihnen auch eine concentrische Schichtung ähnlich den Amylumkörnern nicht fehlt*). Diese Schichtung tritt bei Quellung der Körner durch ihre Lösungsmittel (Kali oder Schwefelsäure) oder auch durch mechanischen Druck deutlicher hervor. Hierbei zeigten aber die scheibenförmigen Körner nicht nur eine concentrische Schichtung der Flächenansicht, sondern auch eine streifige Differenzirung in der Seitenansicht, woraus geschlossen werden muss, dass sie sich aus einer grösseren Zahl dünnerer, concentrisch geschichteter Scheibchen zusammensetzen. Der Wassergehalt der Schichten nimmt von der Peripherie nach dem Centrum der Scheibe successive zu. Die gequollnen Schichten zeigen kurz vor ihrer definitiven Auflösung noch eine feinere Zusammensetzung aus dunkleren dichteren und zwischengeschobnen helleren und weniger dichten Theilchen. Vielleicht deutet diese Erfahrung darauf hin, dass auch die Paramylumonkörner ursprünglich aus der Vereinigung sehr kleiner Körnchen hervorgehen, ähnlich wie Schmitz die Amylumherde aus sehr kleinen Körnchen zusammengesetzt fand, die in gewissen Fällen gleichfalls zu zusammenhängenden Amylumschalen verwachsen.

c) Rothes Pigment. Schon Ehrenberg beobachtete einige Flagellaten von entschieden rother Färbung, die er zu besonderen Arten erhob, so seine Euglena sanguinea und die sog. Astasia haematodes. Erst spätere

*) Carter (109 b) ist der einzige frühere Beobachter, welcher diese Schichtung sah, er hielt sie jedoch für eine spiralige Zeichnung und deutete sie als eine Entwicklungserscheinung der vermeintlichen Eier der Euglena viridis.

Beobachter erkannten allmählich, dass die grüne Färbung mancher Flagellaten unter Umständen in eine rothe übergeht und daher die Rothfärbung allein keinen specifischen Charakter bildet. Zu dieser Erkenntniss führten namentlich die früher schon geschilderten Untersuchungen über Haematococcus. Namentlich die Arbeiten von Morren, von Flotow und die späteren Cohn's stellten es sicher, dass sich bei Haematococcus ein häufiger Wechsel zwischen grüner und rother Färbung finde. In ähnlicher Weise zeigte namentlich Focke, dass die rothe Euglena sanguinea nur als Varietät einer grünen Form zu betrachten sei, wozu sich denn noch die von Schmarda 1848 beschriebene Euglena chlorophoenicea gesellt, welche nur eine theils mehr grüne, theils rothe Uebergangsstufe darstellt*). Auch Cohn schloss sich 1850 dieser Deutung der Euglena sanguinea an; Perty dagegen blieb unsicher.

Während bei den erwähnten zwei Formen die rothe Färbung an beweglichen Zuständen auftritt, zeigte der weitere Verlauf der Forschungen über die Fortpflanzung der grünen Isomastigoda immer deutlicher, dass eine solche Rothfärbung in sehr weiter Verbreitung bei den ruhenden Zuständen eintritt, seien dieselben nun auf ungeschlechtlichem oder geschlechtlichem Wege entstanden. Da nun auch die ruhenden Zustände des Haematococcus sich gewöhnlich röthen, so könnte man vermuthen, dass die ganze Erscheinung überhaupt als eine Folge vorhergegangener Ruhezustände aufzufassen sei, da, wie bekannt, die aus letzterem hervorgehenden beweglichen Formen erst sehr allmählich ergrünen. Immerhin lässt sich auf Grund unserer heutigen Erfahrungen nicht ausschliessen, dass sich auch bewegliche grüne Formen unter gewissen Bedingungen roth färben.

Wie schon der allmähliche Uebergang zwischen grünen und rothen Formen es bedingt, tritt die rothe Farbe bei Haematococcus wie bei Euglena in sehr verschiednem Grad der Entwicklung auf. Da das rothe Pigment seinen Sitz im ungefärbten Plasma hat, so erhellt hieraus schon, dass es sich sowohl bei Euglena wie bei Haematococcus zunächst central um den Kern ablagern muss und, da ja peripherisch die Chromatophoren sich finden. Bei beiden Formen sehen wir denn auch häufig Zustände, welche nur eine centrale Rothfärbung aufweisen, von sehr geringer bis ansehnlicherer Ausdehnung.

Dabei ist jedoch zu beachten, dass die gleichen Zustände auch umgekehrt dadurch entstehen, dass ganz rothgefärbte Individuen allmählich ergrünen, was naturgemäss zuerst peripherisch anhebt und allmählich gegen das Centrum fortschreitet.

---

*) Während Focke und die meisten neueren Forscher (so auch Stein) in der Ehrenberg'schen E. sanguinea nur eine Varietät der sogen. E. viridis erkennen wollten, zeigte Klebs neuestens, dass diese Form als besondere Art aufzufassen ist. Die erstgenannten Beobachter hatten zwar in der Sache jedenfalls Recht, da wie Klebs zeigte, eine Reihe verschiedener Arten unter der vulgären Bezeichnung E. viridis sich verbergen.

Wie gesagt, schwindet bei stärkerer Ausbreitung des rothen Pigments die grüne Chlorophyllfarbe vollständig. Hierbei erhebt sich nun die Frage, ob diese ganz rothen Formen ihr Chlorophyll verloren haben, oder ob dies noch existirt und nur so verdeckt wird, dass es sich seither der Beobachtung entzog. Für Euglena sanguinea geht letzteres aus den Angaben von Klebs sicher hervor und auch schon Stein's Abbildungen dieser Form lassen das Gleiche erschliessen. Da wir jedoch wissen, dass die Euglenen zuweilen auch ganz farblos auftreten können, so scheint nicht ausgeschlossen, dass das Chlorophyll der rothen Eugl. sanguinea zuweilen auch ganz schwinde.

Schwieriger liegt diese Frage bei Haematococcus und den rothen Dauerzuständen der Phytomastigoden. Auf den zahlreichen Abbildungen solcher ganz rothen Zustände ist gewöhnlich nicht mehr die geringste Andeutung von Grün zu sehen, und doch müsste sich gerade hier das peripherische grüne Chromatophor, wenn es nicht völlig schwindet, als grüner Saum häufig bemerklich machen. Welche Umstände es sind, die hier die grüne Farbe ganz verschwinden lassen, scheint bis jetzt noch unsicher. Wahrscheinlich dürfte sich eine theilweise bis gänzliche Entfärbung des Chromatophors, vielleicht gleichzeitig mit einer Zusammenziehung desselben finden, wie Schmitz Aehnliches von den Chromatophoren der Dauerzellen der Algen berichtet. Wir dürfen um so mehr annehmen, dass die Chromatophoren auch bei den rothen Zuständen dieser Formen nicht fehlen, da letzterwähnter Beobachter sie in den Ruhezuständen der Eudorina und verschiedener Algen noch beobachtet haben will und weiterhin Engelmann*) in neuester Zeit den Nachweis führte, dass die rothen ruhenden Haematococcuszellen noch Sauerstoff zu entwickeln vermögen, also wohl sicher noch Chlorophyll enthalten, was gleichzeitig durch ihr spectroskopisches Verhalten sehr wahrscheinlich gemacht wird.

Das Pigment, welches die geschilderte Rothfärbung hervorruft, Cohn's Haematochrom, bildet sich, wie bemerkt, im Plasma und erscheint gewöhnlich sehr feinkörnig, seltner dagegen in Gestalt grösserer Tröpfchen. Eine directe Beziehung der Chromatophoren zur Bildung desselben lässt sich nicht erweisen, so dass die früher sehr verbreitete Annahme, es bilde sich der grüne Farbstoff der Chromatophoren direct in Haematochrom um, vorerst nicht gesichert erscheint.

Der Farbenton ist etwas verschieden und schwankt zwischen ziegel- und orangeroth bis zinnober- und blutroth. Ueber die chemische Natur des Farbstoffes ist wenig bekannt. Gewöhnlich wird derselbe nicht als ein reines Pigment, sondern als ein mit aufgelöstem Farbstoffe imprägnirtes Fett betrachtet (Cohn, A. Braun, Wittich etc.). Hierfür spricht einerseits sein optisches Verhalten, seine Löslichkeit in Aether und die Erscheinung, dass der fein vertheilte Farbstoff unter verschiedenen Bedingungen häufig zu grösseren Tröpfchen zusammenfliesst.

*) Botanische Zeitung 1882. Nr. 39.

Einwirkung von Reagentien ist wenig studirt. Nach Cohn soll der rothe Farbstoff des Haematococcus Säuren und Alkalien widerstehen, dagegen sah Braun ihn bei Zusatz von Schwefelsäure schmutzigviolett werden und Cohn selbst gibt wiederum an, dass Salzsäure ihn wenigstens vorübergehend entfärbe. Mit Jod hat Cohn eine schwarzblaue Färbung der rothen Körnchen erzielt und auch Perty bestätigte dies. Rostafinski*) unterscheidet auf Grund der Löslichkeitsverhältnisse in Alkohol zwei Farbstoffe in dem Haematochrom, einen gelben, der sich in kaltem Alkohol leicht und einen rothen, der sich darin schwer oder nicht löst.

Ueber den jedenfalls identischen Farbstoff der Euglena sanguinea haben wir dagegen durch Wittich**) einiges Genauere erfahren. Derselbe lässt sich sowohl aus der ätherischen, wie alkoholischen Lösung in krystallinischer Gestalt (Octaëdern) erhalten. Diese Krystalle werden durch Schwefelsäure blau gefärbt, durch Chlor gebleicht, durch Kali dagegen nicht zerstört. Ihr verhältnissmässig hoher Schmelzpunkt liess sich nicht constant erhalten, sondern schwankte zwischen 79 und 120° C. Auch Wittich schliesst aus seinen Versuchen, dass der rothe Farbstoff an ein verseifbares Fett gebunden sei. Aus allem diesem geht nun sicher hervor, dass das Haematochrom in die Reihe der sogen. Fettfarbstoffe (Chromophane Kühne's)***) gehört, die sowohl im Thier- wie Pflanzenreich weit verbreitet sind. So gehören hierher z. B. die Farbstoffe der sogen. Zapfenkugeln der Netzhäute zahlreicher Wirbelthiere, das Luteïn der Corpora lutea etc.; von Pflanzenfarbstoffen z. B. das sogen. Carotin der Wurzel von Daucus Carota und das Elaeochrin des Palmöls.

Sehr unsicher erscheint bis jetzt noch die physiologische Bedeutung der Rothfärbung, ebenso wie ihre nächste Verursachung. Ueber die letztere sind schon mannigfache Ansichten geäussert worden, doch trifft keine wohl die eigentliche Ursache, welche zweifellos eine innerliche sein dürfte, sondern nur Bedingungen des leichteren und schnelleren Eintritts der Verfärbung — Bedingungen, welche ihrer Natur nach nicht immer gleichmässig wirksam erscheinen.

So äusserte schon Focke hinsichtlich der Euglena sanguinea, dass die Röthung hauptsächlich im Frühling und Herbst auftrete und es erhellt aus seinem Gedankengang, dass er die Verfärbung wesentlich dem Einfluss niederer Temperatur zuschreibt. Andererseits wurde im Hinblick auf das Verhalten der Ruhezustände häufig die Ansicht entwickelt, dass Austrocknung die Rothfärbung begünstige (so speciell für Hae-

*) Botanische Zeitung 1881 p. 463.

**) Archiv f. patholog. Anat. Bd. 27. 1863. p. 573—75. Nach soeben angestellten Versuchen an dem Haematochrom der Eugl. sanguinea kann ich die Angaben Wittich's bestätigen. Nur von der Octaëderform der Krystalle überzeugte ich mich bis jetzt nicht und finde, dass concentr. Salpetersäure dieselben grün färbt.

***) Kühne, W., Untersuch. des physiolog. Instit. d. Univ. Heidelberg I. p. 341 und IV. p. 169. Für diese Fettfarbstoffe wird neuerdings auch der Name „Lipochrome" häufig gebraucht.

matococcus durch Cohn). Doch verfärben sich auch zahlreiche Ruhezustände ohne Austrocknung. Cohn glaubte ferner beobachtet zu haben, dass intensives Sonnenlicht die Röthung begünstige, wofür er auch eine Beobachtung Morren's anführt.

Welche Vortheile die Erzeugung des Haematochroms darbietet, ist ebenso zweifelhaft; vielleicht möchte doch die gelegentlich geäusserte Ansicht, dass dasselbe eine Art Schutzmittel gegen gewisse äussere Einflüsse darstelle, Vieles für sich haben.

f) Stigmata (Augenflecke). Nahe verwandt, wenn nicht identisch, mit dem besprochnen rothen Pigment scheinen die sogen. Stigmabildungen zu sein. Dieselben finden sich besonders häufig bei gefärbten Flagellaten, ohne jedoch den ungefärbten durchaus zu fehlen. Die Stigmen sind im Allgemeinen ähnliche rothe Körperchen wie die rothen Pigmentkörnchen, doch scheint es mir unzweifelhaft zu sein, dass ihre Substanz eine festweiche ist, da sie gewöhnlich bestimmte Gestaltungen darbieten, welche eine flüssige ölige Substanz nicht wohl anzunehmen im Stande wäre. Die Uebereinstimmung des Pigments der Stigmata mit dem Haematochrom zeigt das Verhalten gegen Reagentien. Alkohol wie Aether bringen sie durch Lösung des Pigments zum Verschwinden. Durch Jod oder Eisenchlorid wird das Stigma nach Cohn, Perty und Klebs bei Euglenen schwarzblau, auch Schwefelsäure färbt dasselbe schwarz bis schwarzblau (Klebs, Bütschli), Salpetersäure himmelblau (Klebs), wogegen es durch Kali (Dujardin, Klebs), Ammoniak und Essigsäure (Klebs) nicht verändert wird.

Werfen wir zunächst einen Blick auf das Vorkommen der Stigmen. Nahezu allgemein verbreitet finden wir sie bei den gefärbten Isomastigoden. Zunächst sämmtlichen Chlamydomonadinen (mit einziger Ausnahme des Haematococcus lacustris), sämmtlichen Volvocinen und häufig bei den Chrysomonadinen, doch ist ihr Vorkommen hier ein etwas unregelmässiges. Dagegen fehlen die Stigmen stets auch bei den gefärbten Cryptomonadinen. Immer vorhanden sind sie dagegen bei den gefärbten Dinobryinen und fast stets bei den chromatophorenhaltigen Euglenoidinen. Eine Ausnahme machen hier nur die Gattungen Merotricha und Coelomonas.

Einige Befunde weisen aber darauf hin, dass ihre Anwesenheit nicht ganz constant ist. Speciell belehrend ist in dieser Hinsicht die Synura Uvella, da sie der Stigmen zuweilen ganz entbehrt, theils zwei, zuweilen sogar eine sehr ansehnliche Zahl besitzt. Dasselbe lehren auch gewisse farblose Formen, welche nur zuweilen Augenflecke besitzen. Ueberhaupt bietet das Vorkommen dieser Gebilde bei letzteren ein ziemliches Interesse, da nicht zu verkennen ist, dass im Allgemeinen eine Beziehung zwischen Chromatophoren und Augenflecken existirt, was namentlich auch dadurch erwiesen wird, dass den farblosen Varietäten gewisser Eugleninen (E. acus, Phacus) auch der Augenfleck häufig abgeht (Klebs). Stein beobachtete gewöhnlich einen Augenfleck bei der farblosen Monas vivipara; ebenso auch ich bei einer damit wohl identischen Form, häufig

aber auch sicher hierhergehörige Flagellaten ohne denselben. Gelegentlich tritt ein Stigma nach Stein auch bei Antophysa vegetans auf. Constant fand ich eines bei der farblosen Polytoma spicatum Krass., wogegen die gewöhnliche Polytoma Uvella nach Stein sowohl im vorderen wie hinteren Körperende häufig ein einzelnes bis ganze Häufchen kleiner blassröthlicher Körperchen führt. Doch scheint mir die Zugehörigkeit dieser Körperchen zu den gewöhnlichen Stigmen etwas fraglich. Auch bei der farblosen Diplomita socialis gibt Kent einen Augenfleck an. Bei der zu den Euglenoidinen gehörigen farblosen Peranema trichophorum will Perty zuweilen, Clark dagegen gewöhnlich ein sehr blass-röthliches Stigma gesehen haben, die übrigen Beobachter fanden dieselbe stets stigmafrei.

Sehr wechselnd ist ferner die Zahl der Stigmen und zeigt zuweilen bei einer und derselben Art Inconstanz. Am häufigsten finden wir nur eines entwickelt, selten dagegen zwei (Microglena, Synura zuweilen, Syncrypta). Die gewöhnlich mit einem Augenfleck ausgerüstete Uroglena soll nach Ehrenberg zuweilen auch 2—3 besitzen*) und wie schon erwähnt, zeigt die Synura Uvella nach Fresenius und Stein zuweilen eine sehr erhebliche Zahl (bis etwa 10).

Als eine Regel scheint jedoch hervorgehoben werden zu dürfen, dass die in Mehrzahl vorhandenen Stigmata stets in nächster Nähe zusammengestellt sind.

Die Stellung der Stigmen am Körper ist überhaupt eine constante. Am häufigsten finden wir sie am Vorderende, dicht bei der Geisselbasis; nur die Chlamydomonadinen und Volvocinen machen hiervon eine Ausnahme, indem ihr einfaches Stigma fast stets weiter nach hinten gerückt ist, zuweilen bis in die Mitte des Körpers. Bei den mit wenigen grösseren Chromatophoren ausgerüsteten Formen lässt sich eine Beziehung des Stigmas zu denselben meist nicht verkennen, indem es gewöhnlich so gelagert ist, dass es einer resp. bei mehrzähligen Stigmen den beiden Chromatophoren aufliegt oder ihnen doch sehr genähert ist. Gleichzeitig lagert sich jedoch das Stigma dieser Formen stets peripherisch, direct unter die Körperoberfläche, niemals tiefer ins Körperinnere. Diese Erscheinung tritt am auffallendsten bei den mit grossem einheitlichem Chromatophor ausgerüsteten Chlamydomonadinen und Volvocinen hervor, wo eine nur äusserst zarte Plasmalage das Chromatophor äusserlich überzieht. In dieser findet sich nun das Stigma dem Chromatophor aufliegend und springt sogar nicht selten etwas über die Körperoberfläche vor.

Nur die Euglenoidinen machen eine scheinbare Ausnahme von dieser oberflächlichen Stigmenlage, da bei ihnen der Augenfleck stets deutlich tiefer im Plasma des Vorderendes liegt. Wie angedeutet, scheint mir dieses Verhalten doch nur eine scheinbare Ausnahme zu bilden, denn

*) Auch bei den gewöhnlich nur ein Stigma besitzenden Volvoxzellen will Ehrenberg zuweilen deren zwei gesehen haben, betrachtet dies jedoch als Vorbereitung zur Theilung. Auch Perty bestätigte dies und sah auch bei Chlamydomonas gelegentlich eine Verdopplung, was jedoch gleichfalls auf Theilung beruhen konnte.

das Stigma lagert sich hier stets direct dem früher geschilderten Reservoir oder Behälter der contractilen Vacuolen auf. Da es nun vielleicht erlaubt ist, dieses Reservoir als eine mit Flüssigkeit erfüllte Einsenkung zu betrachten, die durch den Schlund mit dem äusseren Medium communicirt oder doch zeitweilig zu communiciren vermag, so zeigt sich, dass das Stigma auch hier wahrscheinlich an einer Stelle liegt, welche ähnliche Bedingungen darbietet wie die äussere Körperoberfläche, also die scheinbare Ausnahme eher die Regel bestätigt.

Schon früher wurde angedeutet, dass die Stigmen häufig eine bestimmte Gestaltung besitzen. Zwar erscheinen sie bei den kleineren Formen meist einfach rundlich bis etwas unregelmässig, bei den grösseren dagegen, namentlich den Chlamydomonadinen und Volvocinen, tritt gewöhnlich eine stäbchenartige Gestalt recht deutlich hervor.

Etwas anders dagegen erscheinen die der grösseren Euglenoidinen. Bei diesen ist der Stigmakörper häufig eine mehr abgeplattete Scheibe von ziemlich unregelmässigem, nicht selten etwas viereckigem Umrisse und etwas eingekrümmt. Letzteres Verhalten scheint davon herzurühren, dass sich der Stigmakörper in seiner Gestalt der Oberfläche des Reservoirs, dem er aufliegt, anpasst.

Gewöhnlich erscheint das Stigma als ein homogenes einheitliches Gebilde. Die grösseren der Euglenen zeigen dagegen eine Zusammensetzung aus kleineren Körnchen, was schon Dujardin und Perty (1864) zuweilen beobachteten. Klebs fasst daher den Bau dieser Stigmen neuerdings als einen zusammengesetzten auf, bestehend aus einer plasmatischen, netzigen Grundmasse, in deren Maschen das Pigment in Form kleiner Tröpfchen eingelagert sei. Auch Künstler will sich überzeugt haben, dass der Augenfleck bei Phacus und Trachelomonas aus zahlreichen in einer Schicht zu dem gekrümmten Stigmenkörper zusammengefügten Körnern bestehe, die jedoch nur in ihren äusseren Theilen gefärbt seien.

Keine sichere Antwort lässt sich bis jetzt auf die Frage nach der physiologischen Bedeutung der Stigmen geben. Gegen die alte Ehrenberg'sche Deutung derselben als lichtempfindlicher Augenapparate, haben sich die meisten späteren Beobachter seit Dujardin mit Entschiedenheit ausgesprochen. Nur Carter, James-Clark und neuerdings wieder Künstler suchten diese Ansicht zu stützen und letzterer glaubt dieselbe auf Grund der geschilderten Zusammensetzung des Stigmas aus Körnchen, sowie wegen eines linsenartigen lichtbrechenden Körpers, den er bei Phacus dem Stigma angelagert fand, erwiesen zu haben. Auch führt er zu Gunsten dieser Ansicht an, dass die Stigmen bei den in Dunkelheit gehaltenen Flagellaten schwinden, eine Angabe, für welche weitere Belege in der Literatur nicht vorhanden zu sein scheinen.

Was man jedoch über das Verhalten der stigmenführenden Flagellaten und Zoosporen gegen das Licht weiss, spricht keineswegs für eine derartige Auffassung, da die Untersuchungen ergeben haben, dass die stigmen-

freien und die mit Augenfleck versehenen Formen in dieser Hinsicht ganz übereinstimmen.

Dazu gesellt sich ferner der neuestens von Engelmann (200) direct erbrachte experimentelle Nachweis, dass nicht das Stigma der Euglenen die lichtempfindliche Stelle ist, sondern dass dieselbe etwas vor demselben in der farblosen Körperspitze ihren Sitz hat. Auch die interessante Thatsache, auf welche Klebs hinwies, dass das sogen. Haematochrom der Augenflecke in seinen Reactionen mit den ähnlich gefärbten Pigmenten der Augen mancher Metazoën (so Rotatorien und Copepoden, wie auch den gelben bis rothen Oelkugeln in den Retinaelementen zahlreicher Wirbelthiere) nahe übereinstimme, deutet in der gleichen Richtung. Da nun aber diese Pigmente wohl sicherlich eine wesentliche Bedeutung im lichtempfindlichen Apparat der Metazoën besitzen, so liegt es nicht fern, mit Engelmann und Klebs auch dem Augenfleck der Flagellaten eine Bedeutung bei dem Zustandekommen der Lichtempfindlichkeit zu vindiciren. Jedenfalls jedoch nicht die eines selbst empfindlichen Theils, so wenig wie dies für die entsprechenden Pigmente im Auge der höheren Thiere gewöhnlich angenommen wird; sondern am ehesten die eines mit der Erhaltung der Lichtempfindlichkeit zusammenhängenden Bestandtheils.

Immerhin ist die weit nach hinten gerückte Lage des Stigmas gewisser Chlamydomonaden eine so eigenthümliche, dass es schwer ist, sie selbst mit einer solchen Auffassung in Einklang zu setzen.

Im Anschluss an die besprochenen echten Stigmabildungen erwähnen wir noch gewisser Einrichtungen ungefärbter Flagellaten, die sich vielleicht den Stigmen anschliessen lassen. Es sind dies ähnlich gestaltete und gelagerte kleine Gebilde, die ziemlich stark lichtbrechend, jedoch ungefärbt erscheinen. Bei der Gattung Monas findet sich ein solcher strich- bis leistenartig erscheinender Körper (sogen. Mundleiste Stein's), der schief auf die Basis der Geisseln gerichtet ist (T. 40, 13). Auch Cyathomonas (T. 45, 8 a) besitzt einen ähnlichen, parallel dem Vorderrand hinziehenden Körper, der jedoch nach Bütschli aus einer Reihe Körnchen zusammengesetzt ist. Nicht mit Unrecht scheint Kent auch die beiden dunklen Körperchen, welche sich häufig bei der Astasia Proteus (T. 48, 9 b, o) dicht hinter der Geisselbasis finden, hierher zu beziehen. Wie gesagt ist es wahrscheinlich, dass die geschilderten Gebilde pigmentlosen Augenflecken entsprechen und für diese Auffassung lässt sich weiter anführen, dass Pelletan (204) bei Dinobryon nicht selten ungefärbte Augenfleckbildungen beobachtete.

g) Trichocysten. Es ist von hohem Interesse, dass sich die eigenthümlichen, bei den Infusorien ziemlich verbreiteten Trichocysten bis jetzt wenigstens in einem Fall auch unter den Flagellaten sicher nachweisen liessen, bei der Merotricha semen Ehrbg. sp. Hier entdeckte sie Ehrenberg schon im Jahre 1853. Erst 1879 wurden sie dann von Mereschkowsky wieder aufgefunden, der auch zuerst ihre von Ehrenberg zweifelhaft gelassene Natur erkannte und Stein bestätigte diese Beobachtung in

seinem bekannten Werk. Auch hier finden sich diese Trichocysten entsprechend ihrer physiologischen Leistung in der peripherischen Plasmalage des Körpers, die ja, wie schon früher erwähnt, wohl die Bedeutung eines Ectoplasmas besitzt (T. 48, 4). — Specielleres über ihren Bau und Verhalten ist nicht bekannt; dass sie jedoch auch hier die Fähigkeit besitzen, zu mässig langen feinen Fäden auszuschnellen, geht aus einer Abbildung Stein's deutlich hervor, welche zahlreiche Trichocysten in feine, über die Oberfläche des Thieres frei hervorragende Fädchen verlängert zeigt. Ihre Zahl und Vertheilung über den Körper der Merotricha schwankt nach Stein sehr; zuweilen scheinen sie sich auf das Vorderende zu beschränken, gewöhnlich jedoch sind sie auch über den übrigen Körper unregelmässig und vereinzelt vertheilt. Treten sie hier reichlicher auf, so zeigen sie zuweilen eine Tendenz, sich in Zügen zu ordnen, um schliesslich bei besonders reichlicher Anwesenheit ziemlich gleichmässig über die gesammte Oberfläche verbreitet zu sein. Aus den Zeichnungen Stein's scheint mir jedoch hervorzugehen, dass sich nur die des Vorderendes regelmässig zu einer dichten Lage senkrecht zur Oberfläche gruppiren, während sie am übrigen Körper stets der Oberfläche parallel gelagert sind. Hieraus darf vielleicht geschlossen werden, dass nur die ersteren zur Functionirung bereit sind, während die der übrigen Körperoberfläche als Ersatz für die des Vorderendes dienen.

Ob die von Bütschli beobachtete Erscheinung, dass sich von der Körperoberfläche der mit Essigsäure getödteten Chilomonas Paramaecium zahlreiche feine trichocystenartige Fäden allseitig erheben, gleichfalls auf Trichocysten hinweist, scheint bis jetzt etwas zweifelhaft, da im lebenden Thier nie etwas von dergleichen Gebilden beobachtet wurde. Dasselbe Phänomen tritt nach Künstler unter den gleichen Bedingungen auch bei Cryptomonas auf und die hervorgeschossenen Fäden erreichen hier zum Theil die zehnfache Körperlänge. Auch Künstler ist geneigt, den Fäden die Bedeutung von Trichocysten zuzuschreiben. Obgleich er sich sehr dagegen verwahrt, dass die von ihm beschriebenen zarten Geisseln, welche sich neben den beiden früher geschilderten an dem Peristom unserer beiden Gattungen finden sollen, etwa derartige Fäden gewesen seien, so möchte ich dies dennoch für sehr wahrscheinlich halten. Diese accessorischen Geisseln, welche Künstler als nahrungsergreifende betrachtet, konnte er bis jetzt nur nach Einwirkung von Reagentien, dagegen nie im lebenden Zustand wahrnehmen und, wie es scheint, stammt die Künstler'sche Beschreibung derselben aus einer Zeit, wo er das eben beschriebene Phänomen der Filamententwicklung noch nicht kannte.

Zweifelhaft erscheinen auch bis jetzt noch die feinen stäbchenartigen Gebilde, welche Grassi (192) in sehr verschiedener Zahl in der peripherischen Körperschicht der von ihm entdeckten Polymastix melolonthae auffand. Dieselben liegen stets parallel der Längsaxe der Flagellate. Künstler (191) erklärt dieselben neuerdings für Rippen der Körperoberfläche, welche unter einander mehr oder weniger anastomosiren sollen, doch war ihm die Auffassung Grassi's unbekannt. Dass es sich hier gleichfalls um trichocystenartige Gebilde handeln dürfte, wie Grassi vermuthete, scheint nicht so unwahrscheinlich, da man häufig von den verschiedensten Stellen der Oberfläche der Polymastix feine faden- bis stäbchenartige Gebilde frei und in sehr verschiedener Zahl entspringen sieht, welche möglicherweise als ausgeschnellte Trichocysten betrachtet

werden könnten. Künstler gibt zwar an, dass diese Fäden eine beständige zitternde Bewegung besitzen, scheint dieselbe jedoch selbst nicht für eine wirklich active zu halten.

h) Verschiedenartige weitere Einschlüsse des Plasmas.

1) Fett. Abgesehen von den pigmentirten Fetteinschlüssen des Plasmas wurde bis jetzt auf das Vorkommen ungefärbten Fettes nur wenig geachtet, obgleich ja auch der Flagellatenkörper solches gewiss häufig enthalten wird. Einen grösseren scheibenförmigen, ungefärbten Körper von fettartigem Aussehen beobachtete Stein häufig im Hinterende von Dinobryon und Uroglena*). Zahlreiche bläulichweisse Fettkügelchen fand er zuweilen bei Zygoselmis und die marine Gattung Oxyrrhis enthält bei günstigen Ernährungsverhältnissen gewöhnlich eine beträchtliche Anzahl Fetttropfen. Die beweglichen Euglenen scheinen nach den Erfahrungen von Klebs im Allgemeinen sehr wenig Fett zu führen. Reichlicher tritt dasselbe in den encystirten Dauerzuständen auf. Wie gesagt, dürften sich noch bei zahlreichen Formen unter den mannigfachen Granulationen des Plasmas Fettpartikel finden, doch fehlen bis jetzt sichere Angaben hierüber.

2) Excretkörnchen und Einschlüsse zweifelhafter Natur. Excretkörnchen finden sich ebenfalls zuweilen sicher vor, doch ist auch auf sie bis jetzt zu wenig geachtet worden, um ihre wahrscheinlich sehr allgemeine Verbreitung erweisen zu können. Bei grösseren Formen, wie Peranema, Anisonema und Entosiphon hat Bütschli ihre Gegenwart constatirt; namentlich im Hinterende häufen sie sich gewöhnlich an**). Auch bei Chilomonas beobachtete derselbe häufig einige grössere längliche Körnchen von ähnlichem Aussehen in der Schlundgegend und vielleicht gehören auch die bräunlichen kleinen Körnchen hierher, welche man bei dieser Gattung nach Zerstörung der Amylumkörner durch Schwefelsäure beobachtet. Vermuthungsweise möchte ich weiterhin auch die zahlreichen kleinen Körnchen hierherziehen, welche sich so reichlich in der äussersten Plasmaschicht der Monas vivipara finden und zuweilen deutlich etwas über die Oberfläche vorspringen. Es sind dies jene Körnchen, welche Ehrenberg seiner Zeit wegen ihrer „zitternden und langsam hin- und hergleitenden Bewegung“ (Stein) für Embryonen hielt Kent beschreibt sie als hellröthlich und möchte sie daher den Augenfleckbildungen zurechnen. Auch der von Klebs bei der Euglena sanguinea zuweilen beobachteten kleinen Krystalle von oblonger bis quadratischer Tafelform, die sich in Kali, Essig-, Salz- und Schwefelsäure nicht lösen, sei hier einstweilen gedacht.

*) Anderer Natur dagegen scheint der blasse scheibenförmige Körper im Hinterende von Atractonema zu sein und ebenso der zuweilen bei Sphenomonas beobachtete ansehnliche, blasse, gallertartige Körper.

**) Klebs hält die von mir bei Peranema beschriebnen Excretkörnchen grossentheils für Zersetzungsproducte der chlorophyllhaltigen Nahrung, wogegen ich betonen muss, dass dies für die von mir beschriebnen Körnchen sicher nicht zulässig ist.

F. Die Nuclei.

Nach meiner Ansicht kann es keiner Frage mehr unterliegen, dass ein Zellkern den Flagellaten ganz allgemein zukommt. Sogen. Moneren finden sich hier nicht, und wenn auch für einige wenige Formen der Nachweis des Zellkerns noch fehlt, so sind dies entweder solche, deren Untersuchung überhaupt bis jetzt mangelhaft blieb, oder deren Kleinheit die Beobachtung erschwerte. Wir wollen daher auch nicht auf eine speciellere Aufzählung derselben eingehen.

Bezüglich der Zahl der Nuclei fällt zunächst auf, dass dieselbe fast nie die Einzahl übersteigt. Der einzige sichere Ausnahmefall wurde von Bütschli bei Trepomonas beobachtet, wo sich gelegentlich zwei Kerne fanden.

Recht verschieden ist die Lagerung des Kernes im Körper. Zunächst ist zu betonen, dass dieselbe fast immer eine ganz constante zu sein scheint. Nur bei einem Theil der Rhizomastigoden wird wohl der Kern ähnlich wie bei vielen Amöben mit den Plasmaströmen umhergeführt. Die Ursache dieser constanten Lage des Kernes, welche selbst da manchmal beobachtet werden kann, wo der Körper amöboid ist (Mastigamoeba aspera) oder wo wie bei Trepomonas eine deutliche Plasmacirculation stattfindet, lässt sich für unsere kleinen Flagellaten durch directe Beobachtung nur schwierig erklären. Jedenfalls müssen wir annehmen, dass der Kern häufig durch eine etwas festere Plasmapartie in seiner Lage erhalten wird, resp. dass er mit dem festeren Ectoplasma, wo ein solches vorhanden, in Verbindung steht Anderseits dürfte sich jedoch auch die constante Lage des Kernes bei nicht wenigen Flagellaten einfach dadurch erklären, dass überhaupt keine Verschiebungen im Plasmaleib stattfinden. Im Speciellen finden wir Beispiele für alle möglichen Lagerungsverhältnisse des Kerns. Bei zahlreichen Formen treffen wir ihn ziemlich im Mittelpunkt des Körpers oder diesem doch sehr genähert; häufig rückt er jedoch auch in die vordere Körperhälfte, ja zuweilen ziemlich dicht an die Basis der Geisseln heran. Etwas weniger häufig dagegen lagert er sich in die hintere Körperhälfte ein. Bei Formen mit einer Neigung zu asymmetrischer Bildung nimmt häufig auch der Kern eine asymmetrische Stellung an, indem er aus der Mittellinie heraus und einer Körperseite näher rückt.

Sehr einförmig sind im Ganzen die Bauverhältnisse der Kerne. Die meisten Formen und speciell die kleineren besitzen fast stets einen exquisit bläschenförmigen, kugligen Nucleus, welcher nach Behandlung mit Reagentien eine deutliche und meist ziemlich dicke, dunkle Kernhülle zeigt, in deren hellem Inhalt sich ein mehr oder minder ansehnlicher, dunkler kugliger Nucleolus findet. Eine besondre Structur verräth dieser Nucleolus fast nie. Nur bei der grossen Mastigamoeba aspera (T. 39, 9) beobachtete F. E. Schulze in dem ansehnlichen Kernkörper zahlreiche helle Flecke und konnte auch deutliche, wenngleich wenig energische Gestaltsveränderungen desselben wahrnehmen. Die helle Zone, welche

diesen Kernkörper umgibt und die wohl der mit Kernsaft gefüllten Höhle der übrigen bläschenförmigen Kerne entsprechen dürfte, zeigt hier seltsamer Weise eine zugespitzte Verlängerung, welche sich bis zur Geisselbasis erstreckt, hinter welcher der Kern stets in geringer Entfernung lagert.

Bei einigen kleinen Formen (Trichomonas, Hexamitus und Trepomonas) zeichnet Stein den Kern als ein kleines rundes dunkles Körperchen, also etwa wie den Nucleolus des gewöhnlichen bläschenförmigen Kernes und Blochmann bestätigte dies für Trichomonas. Auch ich sah bei Trepomonas gewöhnlich einen solchen Kern, da aber zuweilen dennoch ein schmaler heller Hof ihn umzieht, so vermuthe ich, dass der Kernbau im Wesentlichen auch hier ein bläschenförmiger ist, nur mit relativ sehr ansehnlichem Nucleolus, resp. sehr spärlicher Kernsaftzone. Aehnlich fand ich auch den Bau des Kernes bei Hexamitus inflatus.

Gewöhnlich zeigt die helle Kernsaftzone der erwähnten bläschenförmigen Nuclei auch bei Behandlung mit Reagentien nichts von feineren Structurverhältnissen. Die einzige Ausnahme bildet bis jetzt die Monas vivipara (T. 40, 13c). Hier sah ich den Nucleolus von einer etwas knotigen und wahrscheinlich netzigen Hülle umschlossen, von welcher feine Fädchen zur Kernhülle ausstrahlten.

Eine Weiterbildung dieses Zustandes mit rudimentärem Kernnetz stellen wohl gewisse Kernbildungen dar, welche unter den Euglenoidinen sehr verbreitet sind und die sich dem Hauptkerne mancher Ciliaten anreihen.

Der Charakter dieser Kerne, welche gewöhnlich eine mehr ovale Gestalt besitzen, besteht zunächst darin, dass der Nucleolus im Verhältniss zu dem gesammten Kernvolum relativ viel kleiner ist, ferner namentlich darin, dass zwischen ihm und der Kernhülle, nach Anwendung von Gerinnungsmitteln eine meist sehr fein granulirte, seltner etwas grobkörnigere und gut tingirbare Substanz auftritt. Auch im frischen Zustand zeigen diese Kerne häufig schon ziemlich deutliche Spuren dieser Substanz. Klebs gelang es dann neuerdings, eine verschlungen-fadige oder netzige Structur dieser Gerüstsubstanz der Euglenen nachzuweisen. Nach Behandlung mit Reagentien sieht man auch bei diesen Kernen um den Nucleolus gewöhnlich noch eine lichte Zone, worauf erst die granulirte Gerüstsubstanz beginnt, deren Grenze gegen diese Zone häufig etwas dichter und dunkler erscheint. Der Nucleolus erscheint zwar auch hier gewöhnlich ganz homogen, zuweilen tritt jedoch in ihm auch ein heller vacuolenartiger Fleck auf (Urceolus, Astasiopsis [Bütschli]*) T. 47, 5a und 4b). Als seltner Fall ist schliesslich noch zu erwähnen, dass Klebs bei der Euglena sanguinea im Kern 4—5 dichtere, nucleolusartige Massen beobachtete. Wie gesagt, ist es sehr wahrscheinlich, dass die soeben geschilderten Kernformen nur weitere Entwicklungszustände der gewöhnlichen bläschenförmigen Kerne sind. Dies

*) Ich habe oben p. 701 für diese Formen den ursprünglich für eine derselben von Dujardin gebrauchten Namen „Cyclidium“ verwerthet, derselbe ist jedoch von Ehrenberg schon einer Ciliate gegeben worden.

scheint namentlich auch daraus hervorzugehen, dass bei gewissen Formen (Petalomonas abscyssa) zuweilen Kerne der ersten, zuweilen solche der zweiten Art angetroffen werden. Auch Anisonema grande zeigt vielleicht einen solchen Wechsel, da ihr Stein deutlich einen bläschenförmigen Kern zeichnet, wogegen ich einen granulirten, nucleolusfreien beobachtete.

Es scheint nämlich sicher, dass schliesslich noch bei manchen Formen Kerne vorkommen, welchen ein Nucleolus ganz fehlt und deren Substanz durchaus von der geschilderten granulirten, resp. netzigen Masse gebildet wird. So fand ich wenigstens die Kerne gewöhnlich bei Phacus und Anisonema, Klebs neuestens bei Euglena Ehrenbergii. Auch die interessante Oxyrrhis besitzt nach den Untersuchungen Blochmann's einen derartigen Nucleus.

Hiermit hätten wir das Wenige, was bis jetzt über den feineren Bau der Flagellatenkerne bekannt ist, erschöpft und reihen hieran gleich einige Bemerkungen über ihren Theilungsvorgang. Wie zu erwarten, ist hierüber bis jetzt noch weniger bekannt, immerhin jedoch soviel, dass dieser Vorgang sich im Wesentlichen den genauer erforschten Kerntheilungsprocessen anreihen lässt. Wenn wir die heute ziemlich allgemein adoptirte Unterscheidung der Kerntheilungsvorgänge in directe und indirecte auf unsere Flagellaten anzuwenden versuchen, so gerathen wir in einige Schwierigkeit, welcher der beiden Kategorien wir die Vorgänge unterordnen dürfen. Gesicherte Beobachtungen der Kerntheilung machten bis jetzt hauptsächlich Bütschli und Stein. Der letztere stellt die Theilung für eine ganze Reihe bläschenförmiger Kerne in einer Weise dar, die sich ganz dem früher adoptirten Schema der directen Kerntheilung anschliesst. Kern sammt Nucleolus strecken sich in die Länge, werden zuerst oval, hierauf bandförmig, schliesslich durch eine mittlere Einschnürung bisquitförmig, worauf sich der Zerfall in zwei Kerne vollzieht, dessen nähere Details jedoch aus den Abbildungen nicht zu entnehmen sind. Das was Bütschli über die Theilung der bläschenförmigen Kerne bei Entosiphon beobachtete, schliesst sich im Allgemeinen innig an die Darstellung Stein's an, lässt jedoch erkennen, dass der Theilungsact deutliche Anklänge an die indirecte Kerntheilung darbietet. Hiernach zeigt sich nämlich der Nucleolus auf dem bandförmigen Stadium deutlich aufgelöst in eine Anzahl der Kernaxe paralleler feiner Fasern, deren Enden dunkler und verdickt erscheinen, also wahrscheinlich den Chromatinelementen einer schon getheilten und in die beiden Kernpole gerückten Kernplatte entsprechen dürften. Aehnliches wurde später auch auf dem entsprechenden Theilungsstadium von Chilomonas beobachtet. Auf dem nächsten Stadium, das schon eine bisquitförmige Einschnürung zeigte, war dagegen die streifige Differenzirung nicht mehr deutlich (T. 46, 9). Neuere Beobachtungen an Chilomonas lehrten, dass auf dieses Stadium, ähnlich wie bei der Theilung der Nebenkerne der Ciliaten ein weiteres folgt, wo die beiden neuen Kerne sich schon deutlich abgerundet und bläschenförmig, sowie weit getrennt vorfinden, jedoch noch durch einen feinen dunklen Verbindungsfaden, der

zwischen den Kernhülien ausgespannt ist, vereinigt sind*). Schliesslich wird auch dieser einreissen und schwinden. Erwähnenswerth ist noch, dass die Kernhülle während dieser Theilungsvorgänge stets deutlich sichtbar ist. Gelegentliche neue Beobachtungen an Euglena viridis zeigten mir, dass bei der Kerntheilung eine deutliche Spindel mit zarter Kernplatte auftritt und Blochmann's Beobachtungen über die Theilungsvorgänge der Oxyrrhis erweisen gleichfalls eine Kerntheilung mit längsstreifiger Differenzirung. Aus diesen Erfahrungen dürfen wir daher schliessen, dass die Kerntheilung unserer Flagellaten sich der sogen. indirecten Kerntheilung im Allgemeinen anschliesst.

Weiterhin scheint mir jedoch aus diesen Beobachtungen sicher hervorzugehen, dass die Darstellungen, welche Dallinger und Drysdale von der Kerntheilung gewisser Flagellaten gaben, irrthümliche sind. Bei Tetramitus und der eigenthümlichen Dallingeria wollen sie eine einfache Durchschnürung des Kernes, ohne vorhergehende Längsstreckung desselben beobachtet haben, wobei die Durchschnürung des Zellplasmas nahezu gleichzeitig mit der des Kernes geschehe. Bei der sogen. „springing monad" dagegen (wahrscheinlich = Bodo saltans [Ehrbg.] Stein) soll der neue Kern überhaupt nicht durch Theilung des alten entstehen, sondern dicht neben diesem als ein sehr kleines, allmählich zu der Grösse des alten Kernes heranwachsendes Körperchen auftreten, das jedoch seltsamer Weise mit dem alten Kerne durch ein feines Fädchen verbunden sei. Wie gesagt, halten wir diese Beobachtungen nicht für gesichert und werden darin noch durch den Umstand bestärkt, dass die Darstellungen, welche die englischen Forscher von dem Bau des Kernes geben, mehrfach sehr ungenau sind und dass sie ihn andrerseits auch bei einigen Formen gar nicht beobachteten. Auch bei S. Kent finden wir keine genaueren Beobachtungen über die Kerntheilung, nur bei einer Oikomonas wird dieselbe (T. 13, Fig. 61) dargestellt, doch in einer Weise, die ich nicht für richtig halten kann, wenngleich sie sich unseren obigen Schilderungen näher anschliesst als die Angaben Dallinger's und Drysdale's.

Zum Beschlusse unserer Besprechung der Kernverhältnisse müssen wir noch kurz der eigenthümlichen und sehr abweichenden Ansichten gedenken, welche Künstler (190) neuestens über den Bau und die Bedeutung des Nucleus der Cryptomonas entwickelte. Derselbe besitzt nach ihm nicht einen einfachen ansehnlichen Nucleolus, wie dies frühere Forscher allgemein fanden, sondern zahlreiche kleine, welche in eine feinvacuoläre plasmatische Masse, die eigentliche Kernsubstanz eingebettet sind. Diese Nucleoli seien weiter dadurch ausgezeichnet, dass sie sich durch Theilung vermehren. Als ganz besondere Eigenthümlichkeit, von welcher bis jetzt kein anderer Forscher bei irgend einem Flagellaten etwas sah, beschreibt K. einen Kanal, der von dem Kern entspringend bis zum sogen. Peristom der Cryptomonas zu verfolgen sei und hier etwas dorsalwärts von der Mundöffnung ausmünde. Etwa in der Mitte seines Verlaufes besitze dieser Ausführungsgang eine Anschwellung, welche bei der gleich zu erwähnenden, vom Kern ausgehenden Fortpflanzung als eine Art Uterus functionire. Ausserdem glaubt sich unser Forscher noch von der Gegenwart eines zweiten kernartigen plasmatischen Körpers überzeugt zu haben, der dicht neben und etwas nach hinten von dem ersteren liege und gleichfalls einen ähnlichen Ausführgang besitze, der direct neben dem des eigentlichen Kernes münde.

Künstler ist nun überzeugt, dass der Kern das Fortpflanzungsorgan der Cryptomonas sei, und zwar functionire er hierbei in der Weise, dass sich von seiner Masse kleine Knospen, die je einen Nucleolus enthielten, abschnürten und in den Ausführgang gelangten. In dessen erweitertem sogen. Uterus finde man häufig bis vier solcher Jungen. Dieselben entwickelten sich hier weiter, indem sie wüchsen und allmählich die Organisationsbestandtheile der Cryptomonas

*) Einen solchen Zustand scheinen auch schon Dallinger und Drysdale bei ihrer sogen. „springing monad" (wahrscheinl. = Bodo saltans) gesehen zu haben (115, T. 11, Fig. 8).

erlangten. Der Nucleolus werde zu dem ihres Kernes, indem er sich mit einer Plasmalage umhülle, der eigentlichen Kernsubstanz. Wenn diese Sprösslinge eine gewisse Entwicklungsstufe erreicht haben, werden sie durch die Mündung dieses Kernkanals ins Freie geboren, als noch farblose, jedoch schon mit den beiden Geisseln versehene Junge.

In dem zweiten kernartigen Körper glaubt K. entweder ein Excretionsorgan oder, was ihm wahrscheinlicher dünkt, ein männliches Organ im Gegensatz zu dem weiblichen Kern erblicken zu dürfen, worin ihn namentlich bestärkt, dass er zuweilen zwei Individuen mit ihren Mundenden vereinigt herumschwimmen sah, worin er denn Begattungszustände vermuthet. Dieselben Fortpflanzungserscheinungen will Künstler auch, wenngleich nicht so ausführlich, bei dem Chilomonas Paramaecium beobachtet haben.

Eine eingehende Kritik dieser von allem Bekannten so total abweichenden Darstellungen wird sich nur an der Hand controlirender neuer Beobachtungen ausführen lassen, dennoch dürfen wir hier unsere Ueberzeugung aussprechen, dass erneute Untersuchungen sicherlich die Unhaltbarkeit der meisten Angaben Künstler's darlegen werden und dass weiterhin auch in der Abtheilung der Flagellaten der Kern nicht das Fortpflanzungsorgan ist, wozu ihn Stein auf Grund irrthumlicher Beobachtungen gleichfalls stempeln wollte. Auch Balbiani (199) hat sich schon sehr zweifelnd über die Künstler'schen Untersuchungen geäussert und wir schliessen uns ihm darin vollständig an.

G. Fortpflanzung.

Der bis jetzt allein mit Sicherheit erwiesene Vermehrungsvorgang der Flagellaten ist stets ein Theilungsprocess, wie dies ja für die Protozoën fast durchaus gültig ist. Die später zu besprechenden Mittheilungen über innere Keimbildung gewisser Formen erscheinen bis jetzt theils noch unsicher, theils entschieden unrichtig. Auch die Erzeugung sehr zahlreicher kleiner sporenartiger Körperchen, wie sie von einigen Beobachtern bei wenigen Flagellaten beschrieben wird, dürfte sich, wenn wirklich begründet, auf Theilungsprocesse zurückführen lassen, da Uebergangsstufen zwischen Theilung in eine geringere Zahl von Sprösslingen und in sehr zahlreiche kleine, welche zu derartigen Sporen überzuleiten scheinen, beobachtet worden sind.

Der Theilungsact kann jedoch bei den Flagellaten in recht verschiedenen Weisen verlaufen und zwar können wir zunächst unterscheiden zwischen 1) der Theilung im freibeweglichen Zustand und 2) der Theilung im ruhenden Zustand, wobei gewöhnlich eine Encystirung die Ruhe bedingt. — Diese beiden Theilungsarten sind jedoch keineswegs etwa auf verschiedene Formen beschränkt, sondern finden sich häufig bei denselben Formen vor, d. h. nachdem dieselben sich eine gewisse Zeit lang durch Theilung im beweglichen Zustand vermehrten, tritt unter gewissen Bedingungen ein Ruhezustand auf, welcher nicht selten ebenfalls mit Vermehrung verbunden ist. Häufig, jedoch nicht immer, wird dieser Ruhezustand durch einen Copulationsact zweier (selten mehrerer) Individuen eingeleitet, doch scheint vielfach, wenigstens bei den niederen Formen die Copulation nur eine facultative zu sein, während sie allmählich bei höheren Gruppen zu einem mit Regelmässigkeit in den Vermehrungsvorgang eingeschalteten Act wird und schliesslich durch Differenzirung der sich copulirenden, besonders ausgezeichneten Individuen in

spermoide und ovoide*) sich zu einer directen Vorstufe der geschlechtlichen Fortpflanzung der höheren Cryptogamen und der Metazoën erhebt. Diese besondere Bedeutung der Copulationserscheinungen unter den Flagellaten macht erforderlich, dass wir ihnen später einen besonderen Abschnitt widmen und hier zunächst die einfachen Vermehrungsprocesse durch Theilung betrachten, indem wir einstweilen von der Frage absehen, inwiefern dieselben etwa durch vorhergegangene Copulation bedingt, resp. unterstützt worden sind.

Naturgemäss beginnen wir unsere Betrachtung mit den

a) Theilungsvorgängen im beweglichen Zustand.

1) Einfache Zweitheilung und feinere Vorgänge bei der Theilung überhaupt. Da der bewegliche Zustand unserer Flagellaten selbst ein etwas verschiedener sein kann, so muss auch der Theilungsprocess hierdurch beeinflusst werden und wir könnten hiernach unterscheiden 1) Theilung im normalen durch Geisseln bewegten Zustand, 2) im geissellosen Zustand, welcher durch Verlust der Geisseln entstand, ohne Rücksicht darauf, ob die betreffende Form dann noch beweglich oder bei mangelnder Contractilität unbeweglich ist und 3) Theilung im amöboiden geissellosen Zustand, welchen ja gewisse Formen häufig annehmen.

Unter diesen Theilungsmodi ist der ersterwähnte der gewöhnliche, der zweite dagegen selten beobachtet worden; die Euglenen, welche ja ihre Geissel leicht abwerfen, liessen ihn gelegentlich wahrnehmen, weiterhin die nahe verwandte Gattung Colacium, welche sich regelmässig im geissellosen Zustand vermehrt, und ähnlich verhält sich die zu den Chlamydomonadinen gehörige Gattung Chlorangium. Dagegen wurde die Theilung im amöboiden geissellosen Zustand bis jetzt nur von Cienkowsky bei Ciliophrys constatirt, wobei die beiden Theilsprösslinge in den Flagellatenzustand übergehen. Bei dieser Gelegenheit bemerken wir gleich, dass diese Erfahrung das Einzige ist, was wir bis jetzt von dem Fortpflanzungsprocess der Rhizomastigoda kennen.

Da die Theilungserscheinungen im normalen und die im geissellosen Zustande keine tiefergreifenden Unterschiede zeigen, so können wir dieselben gemeinsam erörtern.

Die Theilung ist entweder eine einfache Längs- oder Quertheilung, zwischen welcher sich jedoch auch Uebergänge finden, bei welchen die Theilungsebene mehr oder minder schief zur Körperaxe verläuft. Dagegen scheint es in hohem Maasse zweifelhaft, ob sich im nichtencystirten Zustande gelegentlich auch eine simultane Theilung in eine grössere Zahl von Sprösslingen finde.

*) Wir wollen uns dieser Ausdrucke für die differenzirten Copulationsindividuen bedienen, dagegen die Bezeichnungen weibliche und männliche Individuen vermeiden, da die Copulationsindividuen der Protozoën weder morphologisch noch physiologisch den weiblichen und männlichen Individuen der Metazoën vergleichbar sind, sondern den Geschlechtsproducten derselben. Wir verwerthen für zur Copulation bestimmte Individuen gelegentlich auch die Bezeichnung „Gameten", deren sich die Botaniker gewöhnlich bedienen.

Im Allgemeinen herrscht ganz entschieden die Längstheilung vor, doch wurden auch ganz sichere Fälle von Quertheilung beobachtet, wenngleich eine Anzahl der angeblichen Quertheilungszustände sicherlich auf irriger Beobachtung basiren.

Gleichzeitiges Vorkommen der Längs- und Quertheilung bei einer und derselben Form scheint dagegen bis jetzt nur bei gewissen Chlamydomonadinen constatirt zu sein und die spätere genauere Betrachtung dieser Fälle wird zeigen, dass die scheinbare Quertheilung vielleicht doch auf eine Modification der Längstheilung zurückführbar ist.

Schon Ehrenberg behauptete bei einigen Monadinen Längs- und Quertheilung gleichzeitig beobachtet zu haben und diese Angaben wiederholen Dallinger und Drysdale für ihre „springing monad" (= Bodo saltans Ehrbg., St.). Doch werde ich gleich zu zeigen versuchen, dass die vermeintliche Quertheilung wohl nur ein Endstadium der Längstheilung war.

Orientiren wir uns zunächst über das Vorkommen der beiden Theilungsmodi. Unter den Monadinen herrscht die Längstheilung durchaus, mit Ausnahme der Familie der Bicoecidae und der Gattung Epipyxis (der Dinobryoninae), bei welchen sich nach Stein und Kent sicher Quertheilung findet*).

Abweichend würde sich weiterhin eine Cercomonas nach den Untersuchungen Dallinger's und Drysdale's verhalten (145, I). Dieselbe (wahrscheinlich identisch mit C. longicauda Duj., St.) soll sich quertheilen, doch scheint mir dieser Vorgang hier um so zweifelhafter, als Stein gerade bei dieser Form die Längstheilung sicher erwiesen hat (T. 39, 11 c). Auch hier lassen sich die angeblichen Quertheilungszustände wahrscheinlich auf spätere Stadien des Längstheilungsprocesses zurückführen. Unsicher scheint mir ferner der etwas schiefe Quertheilungsprocess, welchen Kent seiner Ancyromonas zuschreibt, obgleich die Abbildungen (s. T. 40, 7 b) denselben anscheinend sicher erweisen. Der Umstand jedoch, dass bei der Quertheilung dieser Form das Hinterende des ursprünglichen Individuums durch Entwicklung einer neuen Geissel zu dem Vorderende des hinteren Sprösslings werden soll, ruft Zweifel an der Richtigkeit dieses Vorgangs wach, da ein solcher unter allen übrigen Theilungsprocessen der Flagellaten ganz isolirt stände. Für ganz unsicher halte ich auch die von Kent (p. 273) bei Cephalothamnium beschriebene Quertheilung.

Ebenso allgemein verbreitet ist die Längstheilung unter den Isomastigoda, doch finden sich auch hier einzelne Ausnahmen, so nach Stein sicher bei Stylochrysalis (T. 44, 6) und bei gewissen Chlamydomonadinen ist, wie erwähnt, ein Wechsel in den Theilungsrichtungen scheinbar vorvorhanden. Ebenso erscheint ein vorzügliches Beispiel der Quertheilung unter den Cryptomonadinen, wo sich nämlich die Gattung Oxyrrhis (T. 45, 12 c), im Gegensatz zu den übrigen, nach übereinstimmenden Angaben von Fresenius, Cohn und Kent, sowie den Untersuchungen Blochmann's, quertheilt.

*) Für sehr unwahrscheinlich halte ich die Angabe Cienkowsky's (134), dass die Monas Guttula sich gleichzeitig in eine grössere Anzahl von Individuen theilen könne; die ohne nähere Beschreibung gegebene Abbildung (T. 10, 12 c) zeigt eine jedenfalls in vorgeschrittener Längstheilung begriffene Form, mit einer Anzahl sehr unregelmässiger mittlerer Einschnürungen. Ebenso zweifelhaft erscheint die weitere Angabe, dass sich auch durch Hervorwachsen eines Zweiges, der sich später individualisire, also durch eine Art Knospung, neue Individuen bilden sollen. Wahrscheinlich handelte es sich hierbei nur um energische amöboide Vorgänge, wie sie sich ja bei Monas häufig finden.

Entgegen Stein muss ich aber die Theilung seiner Nephroselmis (T. 44, 7b) nicht für Quer- sondern Längstheilung halten; die Ansicht Stein's basirt darauf, dass er die Längsaxe der Nephroselmis irriger Weise der Längsaxe der übrigen Isomastigoda verglich, während sie jedenfalls einer Queraxe dieser letzteren entspricht.

Unter den Euglenoidinen ist kein Beispiel der Quertheilung bekannt und dies gilt auch wohl sicher für die Heteromastigoda.

Nur bei zwei Bodoarten (Bodo saltans und Bodo uncinatus Kent =? Bodo caudatus [Duj.] Stein) wollen Dallinger und Drysdale Quertheilung gefunden haben. Für die erstgenannte Form soll dieselbe gemeinsam mit Längstheilung auftreten. Mir scheinen jedoch auch diese Angaben sehr zweifelhaft, da eine Verwechselung später Längstheilungszustände mit Quertheilung leicht möglich ist.

Bei genauerer Betrachtung des Theilungsprocesses halten wir uns naturgemäss zunächst an die auch eingehender studirte Längstheilung. Der eigentlichen Durchschnürung des Körpers geht stets eine Vermehrung seiner Hauptorgane zuvor. Der Kern beginnt seine Vorbereitungen zur Theilung schon bevor sich eine Andeutung der Einschnürung zeigt, ebenso tritt schon zuvor die Vermehrung der Geisseln und contractilen Vacuolen ein, wie sich denn auch frühzeitig ein neuer Mund- und Schlundapparat bildet, insofern das sich theilende Wesen einen solchen besitzt.

Da wir das Speziellere über den Theilungsprocess des Kernes schon früher berichteten, so fügen wir hier nur bei, dass derselbe sich stets senkrecht zur späteren Theilungsebene verlängert.

Zunächst bedarf der Vermehrungsact der Geisseln einige Worte der Erläuterung.

Dass bei der Längstheilung geisseltragender Flagellaten zuvörderst eine Verdoppelung der Geisseln eintritt, war schon Ehrenberg bekannt und wurde später namentlich von Perty für eine ziemliche Anzahl von Formen genauer dargestellt. Die in verdoppelter Anzahl vorhandenen Geisseln sind, wie bemerkt, schon vorhanden, bevor sich die Einschnürung des Körpers selbst bemerklich macht und stehen immer ganz dicht zusammen an denselben Orten, wo sich zuvor die unverdoppelten Geisseln fanden. Die Frage nach dem näheren Vorgang der Geisselverdoppelung ist bis jetzt controvers. Jedenfalls vollzieht sich dieser Vorgang gewöhnlich sehr rasch, da die meisten Beobachter, so namentlich Stein, der viele Theilungszustände beobachtete, fast gar nichts davon gesehen haben. Nur James-Clark, sowie Dallinger und Drysdale wollen in einigen Fällen beobachtet haben, dass die Geisseln sich durch eine Spaltung in ihrer ganzen Länge vermehren.

James-Clark schildert diesen Process für Anthophysa, Dallinger und Drysdale dagegen wollen Entsprechendes bei dem Bodo saltans, der sogen. Dallingeria und dem Tetramitus rostratus beobachtet haben. Doch hat James-Clark den Spaltungsprocess der grossen Hauptgeissel der Anthophysa nicht direct beobachtet, sie wurde nur etwas undeutlich und dann waren plötzlich zwei neue da, welche zu beiden Seiten der nun etwas verdickten und noch nicht verdoppelten kleinen Nebengeissel standen. Auch die Angaben Dallinger's und Drysdale's scheinen mir nicht hinreichend beweisend zu sein. Die Behauptung Dallinger's, dass sich die vordere Geissel der eigenthümlichen Dallingeria (T. 46, 12) durch Spaltung verdoppele, wird durch die beigegebenen Figuren durchaus nicht erwiesen, welche sämmtlich

schon ganz getrennte Geisseln zeigen. Bei Tetramitus rostratus schildern die englischen Forscher einen Längstheilungsvorgang, der mit dem sonst allgemein beobachteten durchaus nicht harmonirt. Hier soll zunächst keine Verdoppelung der vier Geisseln zu acht statthaben, sondern die vier Geisseln paarweise auseinanderrücken und der Körper hierauf durch Längsdurchschnürung in zwei zweigeisselige Individuen zerfallen. Erst an diesen soll nun die Verdoppelung der Geisseln zu vier geschehen, indem jede durch eine an ihrem freien Ende beginnende Spaltung, welche sich schliesslich bis zur Basis fortsetzte, in zwei zerfalle. Diesem durch Abbildungen eingehend erläuterten Process stehen nun aber die Beobachtungen Perty's und Stein's direct entgegen, welche Beide schon vor der Durchschnürung eine Verdoppelung der Geisselzahl deutlich beobachtet haben (T. 45, 13 c). Entweder müssten wir also annehmen, dass bei unserer Form der Längstheilungsprocess in zwei ganz verschiedenen Weisen verlaufe oder die Beobachtungen Dallinger's und Drysdale's für irrthümliche halten. Ich glaube, dass die letztere Alternative die wahrscheinlichere ist, da der beschriebene Theilungsvorgang ganz isolirt stände.

Wie bemerkt, geben die beiden englischen Forscher dieselbe Vermehrungsart auch für die hintere Geissel einer wahrscheinlich mit Bodo saltans identischen Form an und zwar wollen sie diesen Vorgang sowohl bei der Längs- wie Quertheilung dieser Flagellate wahrgenommen haben. Hier soll sich jedoch die Geissel successive mit dem Fortschreiten der Körpertheilung spalten und zwar beginne die Spaltung nicht am freien Ende wie bei Tetramitus, sondern an der Geisselbasis und schreite von hier allmählich peripherisch fort. Möglich erscheint es zwar, dass sich hier wirklich eine solche Vermehrungsart der Geisseln findet, dennoch glaube ich, dass wir uns vorerst nicht völlig auf diese Beobachtung stützen dürfen, da wir aus Früherem wissen, dass die Mittheilungen unsrer beiden Forscher nicht immer ganz zutreffend sind und z. B. gerade für die letztbesprochene Form das behauptete gleichzeitige Vorkommen der Längs- und Quertheilung sehr zweifelhaft erscheint.

Wenn wir es im Gegensatz zu der vorstehend besprochenen Ansicht mit Balbiani (199) und Klebs für wahrscheinlich halten, dass die Verdoppelung der Geisseln in den meisten, ja vielleicht sämmtlichen Fällen durch Neubildung eines zweiten Geisselsystems geschieht, so stützen wir uns hierbei zunächst auf die erwiesene Mangelhaftigkeit der Beweise für die Spaltungslehre. Weiterhin auf die auch von den Anhängern der letzteren zugegebene Thatsache, dass sehr häufig Geisseln durch Neubildung aus dem Körperplasma entstehen. Dies gilt zunächst für sämmtliche sichere Fälle der Quertheilung, bei welcher der hintere Theilsprössling ein neues Geisselsystem bildet, das wegen seiner beträchtlichen Entfernung von dem alten ganz ohne Beziehung zu demselben sein muss. Weiterhin besitzen wir jedoch eine grosse Anzahl der deutlichsten Beweise für die Geisselneubildung bei der Vermehrung der Chlamydomonadinen und Volvocinen und bei allen denjenigen Vermehrungsvorgängen, die sich während eines geisellosen Ruhezustandes vollziehen u. s. f. Directe Beobachtung eines solchen Processes der Geisselneubildung gelang bis jetzt nur in ganz wenigen Fällen. Bei der Längstheilung des Dinobryon stipitatum St. sah Pelletan zunächst dicht neben der Basis der beiden alten Geisseln eine kleine zarte Erhebung sich bilden, welche sich bald in zwei spitzige Fransen sonderte, die Anlagen der beiden Geisseln. Dieselben zeigten von Anfang an einen Grössenunterschied und wuchsen allmählich zu der Länge der alten Geisseln aus, indem gleichzeitig das neue Geisselsystem etwas von dem alten wegrückte. Bei der Theilung der Euglenen sah Klebs die neuen Geisseln sehr langsam hervorwachsen,

„zuerst als ein steifes bald gekrümmtes und dann lebhaft hin und her zitterndes Stäbchen". Stein bemerkt, dass die sich neubildenden Geisseln der Euglenoidinen zuerst sehr fein und kurz seien. Als Unterstützung unserer Ansicht lässt sich vielleicht auch der von Stein beobachtete Längstheilungszustand von Anisonema grande anführen, bei welchem eine der beiden hinteren Schleppgeisseln eine sehr geringe Grösse besitzt und daher als die neuentstandene, im Hervorwachsen begriffene aufzufassen sein dürfte (T. 46, 8 b).

Nicht unerwähnt darf jedoch an dieser Stelle die bis jetzt nicht abzustreitende Möglichkeit bleiben, dass die Verdoppelung des Geisselsystems vor der Längstheilung zuweilen mit dem völligen Untergang der alten Geisseln verknüpft sein könnte und dann also die beiden Geisselsysteme der Sprösslinge gleicher Weise als Neubildungen entständen. So unwahrscheinlich dieser Vorgang auch erscheint, so lässt sich seine Möglichkeit doch erst dann sicher bestreiten, wenn reichere Beobachtungen über die Geisselvermehrung vorliegen, und ausserdem zeigen uns die Eugleninen thatsächlich einen solchen Vorgang, wenn auch unter gewissen Modificationen des gewöhnlichen Längstheilungsprocesses.

Aehnlich wie das Geisselsystem sich vor jeder Längstheilung verdoppelt, thun dies jedoch auch andere Organisationsbestandtheile. So verdoppelt sich bei Cercomonas nach den Erfahrungen Stein's der hintere Schwanzfaden, der ja auch im allgemeinen einer Geissel sehr nahe kommt, schon vor der Theilung wie eine solche*). Auch der hintere contractile Schwanzanhang des Dinobryon stipitatum entsteht schon vor der eigentlichen Theilung nach Pelletan, indem dicht neben der Basis des alten ein zweiter allmählich hervorsprosst. Dass die Verdoppelung des sogenannten Augenflecks eine regelmässige Erscheinung bei der einfachen Längstheilung der Chlamydomonadinen, Eugleninen und anderer Formen ist, wurde namentlich durch die Beobachtungen Stein's und neuestens für die Eugleninen durch Klebs überzeugend nachgewiesen. Ueber den Vorgang der Verdoppelung selbst spricht sich nur der Letztere aus, indem er denselben als eine einfache Theilung darstellt. Obgleich nun die Beobachtungen von Klebs in dieser Hinsicht nicht ganz einwurfsfrei zu sein scheinen, so liegt doch zunächst kein zwingender Grund vor, eine derartige Vermehrung des Augenflecks (speciell bei den Eugleninen) zu bezweifeln. Doch darf hieraus sicher nicht geschlossen werden, dass die Vermehrung jenes Organs stets in dieser Weise geschehe. Dies folgt ganz bestimmt aus der Erfahrung Bütschli's und Pelletan's, dass bei Dinobryon überhaupt keine Verdoppelung des Augenflecks der Theilung vorangeht, sondern derselbe bald dem einen, bald dem andern Sprössling

*) Bei der schon früher als sehr zweifelhaft bezeichneten Quertheilung einer Cercomonas, welche Dallinger und Drysdale beschreiben, soll der Schwanzfaden nicht vorgebildet werden, sondern aus dem zwischen den beiden Sprösslingen sich ausspannenden Plasmafaden hervorgehen, indem derselbe in zwei Hälften für die beiden Sprösslinge zerreisse. Ich halte dies natürlich für sehr unsicher.

verbleibt. Da nun auch der Sprössling, welcher ohne Augenfleck aus der Theilung hervorging, später sicher einen solchen erhält, so scheint dies gewiss nur durch Neubildung geschehen zu können.

Gegen die Ansicht von Klebs spricht auch mit Bestimmtheit die wohlbegründete Erfahrung, dass in vielen Fällen die Augenflecke als Neubildungen in Zellen entstehen, die ihrer früher entbehrten. Wir werden später bei den Chlamydomonadinen und Volvocinen dieser Erscheinung sehr häufig begegnen und andererseits kann es ja auch keiner Frage unterliegen, dass die Augenflecke zahlreicher Algenzoosporen erst bei der Entwicklung der Sporen in ihren Mutterzellen entstehen. Auch dürfte sich zur Zeit sicher kein Grund dafür beibringen lassen, dass diese neu gebildeten Augenflecke etwa schon früher im unpigmentirten Zustand vorhanden gewesen wären. Bei der Quertheilung von Epipyxis zeigt der hintere Theilsprössling schon frühzeitig seinen Augenfleck, hier dürfte es denn gleichfalls sehr unwahrscheinlich sein, dass dieser neue Augenfleck ein Theilproduct des alten, weit von ihm, an der Geisselbasis des vorderen Sprösslings gelegenen, sei (T. 42, 2 b).

Wir besprechen nun die Verdoppelung der contractilen Vacuolen vor Beginn der eigentlichen Längstheilung. Dieselbe geschieht hier in gleicher Weise wie bei den Infusorien, und dürfte es daher auch wie bei diesen keiner Frage unterliegen, dass die neue Vacuole nicht ein Theilungsproduct der alten ist, sondern einer wirklichen Neubildung ihre Entstehung verdankt. Dass hierüber Zweifel entstehen konnten, lässt sich dadurch erklären, dass bei der gewöhnlichen Längstheilung der Flagellaten die alten und neuen Vacuolen einander ursprünglich sehr nahe liegen, so dass die Idee ihrer Entstehung durch Theilung auftauchen konnte. Diese Ansicht wurde neuestens von Klebs für die Eugeleninen ausgesprochen, der mittheilt, dass das Vacuolensystem sich hier kurz vor Beginn der Einschnürung durch Theilung verdoppele. Im Grunde genommen bezieht sich jedoch seine Beobachtung eigentlich nur auf das früher beschriebene Reservoir (seine sog. Hauptvacuole), nur deren Theilung glaubt er gesehen zu haben, ohne jedoch den Vorgang näher ergründen zu können. Die eigentlichen Vacuolen hingegen, welche dieses Reservoir umlagern, werden in seiner Beschreibung nicht berücksichtigt. Es scheint mir nun auch, wie bemerkt, für diese, wie für alle wahren contractilen Vacuolen eine Vermehrung durch Theilung durchaus unglaublich und ihrer Natur entgegenstehend. Anders liegt dagegen die Frage für das sogen. Reservoir; dasselbe ist aber, wie wir früher gesehen haben, nicht als eine gewöhnliche contractile Vacuole zu betrachten, sondern als ein besonderes Organ, dessen Vermehrung durch Theilung nicht unmöglich erscheint.

Jedenfalls knüpft sich die Frage nach der Verdoppelung dieses Reservoirs der Eugleninen innigst an die nach der Vermehrung der Mund- und Schlundeinrichtungen an, mit welch letzteren das Reservoir der Eugleninen bekanntlich in sehr naher Beziehung steht. Leider ist nun bis jetzt weder bei dieser Abtheilung, noch bei einer anderen etwas über diese Frage ermittelt worden, nur so viel dürfen wir, gestützt auf die Analogie mit den Infusorien behaupten, dass es in hohem Grade unwahrscheinlich ist, dass die Verdoppelung dieser Organisations-

bestandtheile auf einer Theilung der alten beruhe, auch hier dürfte der neue Mund und Schlund eine Neubildung sein. Zweifelhaft erscheint auch dieser Umstand wesentlich nur wegen der durch die Längstheilung bedingten nahen Zusammenlagerung der verdoppelten Einrichtungen und wegen der Kleinheit der Wesen. Dagegen lässt sich bei der Quertheilung der Oxyrrhis auf das sicherste constatiren, dass das Peristom des hinteren Sprösslings ganz neu gebildet wird, genau wie bei der Quertheilung der Infusorien und damit also sicher auch die in jenem Peristom gelegene Mundstelle.

Eine stetige Vermehrung durch wahre Theilung erfahren dagegen die Chromatophoren bei dem Theilungsprocess unserer Flagellaten. Bei Gegenwart zahlreicher kleiner, wie bei den meisten Eugleninen, ist beim Theilungsact selbst keine Vermehrung der Chromatophoren zu constatiren; dieselben werden etwa hälftig auf die Theilsprösslinge vertheilt. Die Vermehrung der Chromatophoren vollzieht sich hier, wie es scheint, fortdauernd und zwar nach Klebs entweder durch allmähliche Durchschnürung in zwei Theile oder aber und häufiger durch Auftreten einer Trennungsebene in der gesammten Ausdehnung des Chromatophors, also ohne Einschnürung.

Bei Gegenwart weniger grösserer Chromatophoren vollzieht sich deren Vermehrung dagegen entweder erst kurz vor dem eigentlichen Theilungsact der Flagellaten oder wie es für einige Formen scheint, ziemlich Schritt für Schritt mit der Durchschnürung des Körpers. Das Letzterwähnte scheint wenigstens bei den Chlamydomonadinen mit grossem einfachem Chromatophor stattzufinden, da bis jetzt keine Beobachtung dafür spricht, dass schon vor Beginn der eigentlichen Theilung das Chromatophor eine Vermehrung erfahren habe. Aehnlich scheint auch bei der Quertheilung der Epipyxis und Stylochrysalis die Theilung der beiden Chromatophoren ziemlich gleichzeitig mit der Durchschnürung des Körpers zu geschehen, so dass jeder Sprössling schon von Anfang an seine zwei Chromatophoren in gehöriger Lage aufweist (Stein). Immerhin geben diese Beispiele keine genügende Sicherheit, dass die Durchschnürung der Chromatophoren sich nicht schon kurz vor der eigentlichen Körpertheilung vollzogen habe. Hierfür haben wir nämlich gleichfalls einige deutliche Beispiele. Zunächst die zu den Chlamydomonadinen gehörige Gattung Nephroselmis, wo Stein diesen Vorgang deutlich abbildet (T. 44, 7 b); weiterhin hat Bütschli nachgewiesen, dass bei Synura (T. 43, 1 a) die Vermehrung der beiden Chromatophorenplatten vor der eigentlichen Theilung geschieht und wohl sicher durch eine Längstheilung derselben.

Nur bei Dinobryon ist erwiesen, dass der Theilung keine Vermehrung der Chromatophoren vorangeht (Bütschli, Pelletan). Hier vertheilen sich die zwei Chromatophoren einfach auf die beiden Sprösslinge, so dass jeder derselben nur mit einer einzigen aus der Theilung hervorgeht. In diesem Falle folgt also die Vermehrung der Chromato-

phoren der Theilung nach. Möglich, jedoch nicht sicher erkennbar scheint derselbe Vorgang auch nach Stein's Abbildungen bei Chrysopyxis zu sein.

Ist im Chromatophor ein Pyrenoid mit oder ohne Amylumschale vorhanden, so geht dessen Theilung der des Chromatophors voraus, wie schon seit verhältnissmässig langer Zeit für die sogen. Amylumkerne der Chlamydomonadinen und gewisser Volvocinen bekannt ist. Auch Stein hat diesen Process für Chlamydomonas und Nephroselmis genauer dargestellt und Klebs neuestens nachgewiesen, dass er auch bei dem mit Pyrenoid versehenen Chromatophoren gewisser Euglenen nicht fehlt.

Nachdem nun in der geschilderten Weise die Verdoppelung der Geisseln, der contractilen Vacuolen, des Augenflecks etc. sich vollzogen hat und der Kern in die längsgestreckte Form übergegangen ist, beginnt gewöhnlich die eigentliche Längsdurchschnürung des Flagellatenkörpers. Zuvor dehnt sich der Körper meist etwas in die Breite, wobei dann auch die beiden Geisselsysteme etwas mehr auseinander rücken.

Der Vorgang der Durchschnürung selbst weist jedoch eine ziemliche Reihe Modalitäten auf. Zunächst kann die Einschnürung gleichzeitig in der gesammten Medianebene beginnen und so zu einer ziemlich gleichmässigen Durchschneidung des Körpers führen. Im Ganzen scheint dieser Modus jedoch nicht gerade häufig zu sein; nach meiner Erfahrung begegnen wir ihm bei der kleinen Oikomonas Termo (doch schildert Kent von derselben Gattung auch einseitige Durchschnürung); auch bei der Gattung Monas ist die Durchschnürung wahrscheinlich eine ziemlich gleichmässige und ähnlich bei der eigenthümlichen Dallingeria.

Bei weitem häufiger beginnt dagegen die Einschnürung zunächst einseitig an einem Körperende und schreitet erst allmählich auf das entgegenstehende fort oder geschieht überhaupt durchaus einseitig, so dass das entgegenstehende Körperende erst ganz zuletzt von der Einschnürung erreicht und durchschnitten wird. Den ersteren Fall sehen wir ziemlich wohl ausgeprägt bei den Gattungen Chilo- und Cryptomonas (T. 45, 9 d). Hier scheint zwar die Einschnürung noch ziemlich gleichzeitig in der gesammten Medianebene zu beginnen, doch schreitet sie nach meinen Erfahrungen am Hinterende rascher fort, so dass die hintere Einschnürung die vordere überholt und die schliessliche Durchschnürung sich in der vorderen Körperhälfte vollzieht. Stein dagegen zeichnet umgekehrt die Verbindung am längsten in der hinteren Körperhälfte; es wäre daher möglich, dass der Theilungsprocess in etwas verschiedener Weise verlaufen könnte.

Bei anderen Formen, so namentlich bei Cyathomonas, beginnt der Theilungsact entschieden zuerst am Vorderende und erst relativ spät greift die Einschnürung auf das Hinterende über (T. 45, 8 b). Dieser Process leitet nun direct über zu dem sehr häufigen, wo die Einschnürung am Vorderende beginnend, successiv bis zum Hinterende durchschneidet, so dass die beiden Sprösslinge schliesslich nur noch am äussersten Hinterende zu-

sammenhängen. Ein solcher Theilungsact scheint nach den Erfahrungen von Stein und Klebs ganz allgemein in der grossen Gruppe der Euglenoidinen verbreitet zu sein, und sich weiterhin auch bei den Heteromastigoda gewöhnlich zu finden (Bodo nach Dallinger und Drysdale, Entosiphon nach Bütschli und Stein). Auch bei den mit ihrem Hinterende festgehefteten Dendromonadinen und bei den koloniebildenden mit ihren Hinterenden vereinigten Synuren dürfen wir sicherlich den gleichen Theilungsvorgang annehmen. Clark's Darstellung bei Anthophysa spricht zwar nicht deutlich dafür, schildert jedoch auch einen nicht ganz normalen Theilungsact.

Selten scheint dagegen der Modus zu sein, dass die Einschnürung zuerst am Hinterende beginnt und hierauf allmählich gegen das Vorderende durchschneidet. Dergestalt schildern Dallinger und Drysdale den Theilungsvorgang bei Tetramitus und Stein denjenigen von Chlamydococcus rostratus Cienk. sp. (= fluviatilis St.).

Seltsam erscheint es, dass die sogen. Herpetomonas Muscae Burn. sp. anscheinend eine sehr grosse Mannigfaltigkeit des Theilungsvorgangs darbietet. Nach Stein soll die Einschnürung ihres langgestreckten Körpers in der Mitte beginnen (T. 40, 1e) und nun bald nach vorn (1g), bald nach hinten fortschreiten (1f), wobei dann die beiden Theilsprösslinge bald nur noch am hintern, bald dagegen am vorderen Körperende zusammenhängend getroffen werden, und zwar im letzteren Fall schliesslich nur noch durch die ihnen gemeinsame Geissel. Gerade letzterer Umstand jedoch, dass keine Vermehrung der Geissel diesem Theilungsprocess vorhergehen soll, macht ihn etwas verdächtig und legt die Vermuthung nahe, dass gewisse vermeintliche Stadien desselben vielleicht Copulationszustände waren.

Nicht wohl lösbar scheint mir augenblicklich die Frage, ob zwischen den Besonderheiten des Durchschnürungsvorgangs und der Lagerung des Kernes eine Beziehung existirt. Eine solche Frage erscheint ja nicht müssig, da bei dem einseitigen Theilungsprocess vieler Furchungskugeln der Kern stets der Stelle, wo die Einschnürung beginnt, genähert liegt. Wenngleich diese Frage bei unseren Flagellaten sich nicht bestimmt beantworten lässt, scheint doch von Interesse, dass nach den Beobachtungen von Klebs der Kern der Euglenen vor Beginn der einseitigen Theilung stets aus der centralen Lage ins Vorderende vorgeschoben wird.

Mag nun die Längstheilung verlaufen wie sie will, stets schreitet sie schliesslich so weit fort, dass die beiden Sprösslinge nur noch durch einen immer feiner werdenden Verbindungsfaden zusammengehalten werden, dessen Lage zu den beiden Sprösslingen natürlich von dem Verlauf der Einschnürung abhängt. Selbst die mit einer wohl ausgebildeten Cuticula versehenen Euglenen entwickeln einen mässig lang ausgesponnenen Verbindungsfaden recht deutlich. Fraglich scheint mir aber doch, wie sich in dieser Hinsicht die mit einer relativ so dicken und festen Cuticula ausgerüsteten Phacus- und Lepocinclisarten verhalten werden. Klebs, der ihre Längstheilung bis jetzt allein beobachtet haben will, gibt keinerlei

nähere Beschreibung des Vorgangs, der, meiner Ansicht nach, wegen der besondern Verhältnisse der Cuticula gewiss besonderes Interesse verdiente.

Bei den cuticulalosen oder doch nur mit einer Hautschicht versehenen Formen zieht sich der Verbindungsfaden zwischen den Sprösslingen häufig sehr lang aus, indem dieselben sich mehr und mehr von einander entfernen, bis er schliesslich einreisst und allmählich in die Körper der Sprösslinge zurückgezogen wird. Dabei zeigt sich nun häufig schon vor gänzlicher Durchschnürung ein Bestreben der Sprösslinge, ihre ursprünglich parallel gelagerten Längsaxen in gleiche Linie zn stellen, so dass gegen das Ende des Theilungsprocesses zwei scheinbar durch eine Quertheilung entstandene Sprösslinge mit ihrem Hinterende zusammenhängen. Sehr deutlich tritt dies bei kleineren Formen, so Monas, Oikomonas, Bodo etc. hervor, jedoch auch zuweilen bei der Theilung der Euglenen (Bütschli). Früher wurde schon darauf aufmerksam gemacht, dass derartige Zustände gewiss häufig für Quertheilungen gehalten wurden und speciell die von Dallinger und Drysdale beschriebenen Quertheilungen des Bodo in dieser Weise gedeutet.

Das Wenige, was wir bis jetzt über Quertheilungsprocesse einiger Flagellaten wissen, lässt nur erkennen, dass die Einschnürung wahrscheinlich stets ringförmig in der Körpermitte beginnt und gleichmässig bis zur Durchschneidung weitergeht.

2) Vermehrung durch fortgesetzte Zweitheilung mit Zerstreuung der Sprösslinge nach Abschluss des Theilungsprocesses.

Bei einigen Chlamydomonadinen findet sich eine sehr interessante Modifikation der gewöhnlichen Vermehrung durch Zweitheilung. Typisch tritt dieselbe bei den Gattungen Polytoma und Chlorogonium auf*), scheint sich jedoch unter Umständen, wenngleich selten, auch bei Haematococcus einzustellen. Wie schon der historische Theil zeigte, wurde dieser Vermehrungsact bei Polytoma seit Leeuwenhoek vielfach beobachtet. Die genauesten Untersuchungen lieferten Ant. Schneider (1854), Stein (1878) und Krassilstschik (1882); auch Dallinger und Drysdale zogen diesen Organismus in den Kreis ihrer Beobachtungen. Ueber Chlorogonium gab Ehrenberg (1838) die ersten Nachrichten, welche 1848 durch Weisse's Entdeckung der Mikrogonidien (Gameten) vermehrt wurden. Später vervollständigten Schneider (1854), Stein (1854 und 1878), Krassilstschik (1882) und schliesslich Klebs (1883) unsere Kenntnisse.

Das charakteristische des zu erörternden Vorgangs besteht darin, dass die Theilung des Körpers unter dem Schutz der früher beschriebenen Schalenhülle im freibeweglichen Zustande geschieht, jedoch nicht bei der Zweitheilung anhält, sondern successive weiter schreitet bis zu verschiedener Sprösslingszahl. Bei diesem gewissermassen ver-

*) Ebenso auch bei Chlorangium, hier jedoch durch die Festheftung und Koloniebildung dieser Gattung modificirt (vergl. daher das Nähere hierüber in dem Kapitel über die Koloniebildungen).

kürzten, resp. beschleunigten Zweitheilungsprocess tritt dann als weitere Modification hinzu, dass die in rascher Folge erzeugten Sprösslinge zunächst keine Geisseln erhalten, eine Geisselverdoppelung vor der Theilung also unterbleibt. Die Sprösslinge entwickeln ihre Geisseln erst kurz vor ihrer Trennung, wenn sie sich unter Zerreissung, resp. Auflösung der Mutterhülle isoliren. Dennoch bleiben die Theilungszustände bis kurz vor den Trennungsact der Sprösslinge dauernd beweglich, indem die beiden Geisseln der Mutterzelle sich bis dahin thätig erhalten. Diese auf den ersten Blick sehr sonderbare Erscheinung erklärt sich, wie ich mit Stein glaube, einfach dadurch, dass die beiden Geisseln stets mit einem der Sprösslinge im Zusammenhange bleiben, wie dies ja auch a priori nicht wohl anders denkbar ist.

Die Zahl der successiven Theilungsschritte und demnach auch die Zahl der gebildeten Sprösslinge ist in beiden Gattungen eine variable. – Bei Polytoma schwankt letztere zwischen 4 und 8, nur Dallinger und Drysdale wollen gelegentlich auch 16 Sprösslinge beobachtet haben. Im Allgemeinen scheint die Theilung gewöhnlich nur bis zur Vierzahl der Sprösslinge fortzuschreiten und Krassilstschik sucht nachzuweisen, dass sich bei P. spicatum gewöhnlich nur die erste, d. h. die aus dem Dauerzustand (Zygote) hervorgehende freie Generation achttheile, alle folgenden dagegen nur 4 Sprösslinge lieferten. Meine Beobachtungen an der gleichen Form zeigten mir jedoch eine ganze Anzahl Achttheilungen hinter einander, so dass ich diese Regel nicht für allgemein gültig erachte.

Auch bei Chlorogonium beschreibt Krassilstschik eine ähnliche Regelmässigkeit. Die erste freie Generation soll sich gleichfalls achttheilen, die folgenden dagegen gewöhnlich nur vier- seltner achttheilen. Chlorogonium besitzt aber die interessante Eigenthümlichkeit, dass nach einiger Zeit (nach Krassilstschik, etwa am 10. Tag der Infusion) eine erhöhte Theilbarkeit eintritt, welche gewöhnlich zur Bildung von 32 (seltner nur 16) kleineren, jedoch gleichfalls umhüllten Sprösslingen, den sogen. Mikrogonidien oder Gameten führt. Wie wir später sehen werden, sind diese kleinen Gameten zur Copulation bestimmt, sie schliessen daher den Generationscyclus des Chlorogonium ab. Auch bei dem nahe verwandten Chlorangium wurde diese Mikrogonidienbildung von Cienkowsky und Stein beobachtet.

Bezüglich der feineren Vorgänge bei dem Theilungsprocesse der beiden Gattungen sei bemerkt, dass bei beiden die erste Theilung fast immer eine deutliche Quertheilung ist (T. 43, 4 c). Doch will Stein bei Polytoma die erste Theilungsebene gelegentlich auch schief zur Längsaxe gefunden haben und beschreibt diesen Vorgang als den gewöhnlichen bei der Vier- und Achttheilung der Chlorogonien. Da jedoch nach Stein und Klebs bei der Gametenbildung dieser Gattung die Theilungen entschieden quer geschehen, so dürfen wir mit Letzterem wohl überhaupt an der angeblich schiefen Theilung der Chlorogonien zweifeln. Dieselbe wird wahrscheinlich dadurch vorgetäuscht, dass sich die Sprösslinge nach jeder

Theilung in die Länge*) strecken und schief neben einander legen, wie solches auch bei Polytoma häufig eintritt. Auf die erste Quertheilung folgt bei letzterer Gattung Längstheilung der beiden Sprösslinge (T. 43, 4c), d. h. die Einschnürung verläuft ziemlich parallel zu der Axe des Mutterthieres und zwar nach Schneider gewöhnlich so, dass die Theilungsebenen der beiden Sprösslinge senkrecht zu einander stehen. In Bezug auf die Sprösslinge selbst scheinen mir jedoch nach Stein's Abbildungen die Furchungsebenen quer orientirt zu sein. Dies hängt damit zusammen, dass schon vor der ersten Quertheilung sich eine Art völliger Verlagerung der Regionen des Polytomakörpers zu vollziehen scheint. Dabei wird nämlich die Seite des Körpers, wo die Einschnürung zuerst beginnt, zur Vorderregion der beiden Sprösslinge, so dass also im Hinblick auf die Regionen der letzteren die Theilungsebene eigentlich eine Längsebene darstellt, wodurch also ein gewisser Anschluss an die gewöhnliche Längstheilung der übrigen Chlamydomonadinen vermittelt wird**). Zuweilen schieben sich nun auch die beiden ersten Sprösslinge nach der Theilung schief neben einander, indem sie sich etwas in die Länge strecken, und theilen sich nun quer (Schneider) (seltener längs?, Dallinger und Drysdale). Diese Quertheilung wird jedoch ebenso zu beurtheilen sein, wie die vorhergegangene. Das Genauere über die gelegentliche Achttheilung ist unbekannt.

Wie gesagt, entwickeln die Sprösslinge bei Polytoma und Chlorogonium erst kurz vor ihrer Trennung neue Geisseln. Nur Mereschkowsky sowie Dallinger und Drysdale wollen zuweilen schon an noch zusammenhängenden Theilzuständen der Polytoma Geisseln der Sprösslinge wahrgenommen haben, welche frei aus der Mutterhülle hervorragten. Jedenfalls ist dies kein gewöhnliches Vorkommniss. — Der Austritt der Sprösslinge geschieht bei beiden Gattungen gewöhnlich so, dass das Theilungsproduct zunächst zur Ruhe gelangt, indem die ursprünglichen Geisseln des Mutterwesens entweder rückgebildet werden oder ihre Bewegungen einstellen. Hierauf durchbrechen die Sprösslinge die Mutterhülle oder diese verschleimt und löst sich auf, was wenigstens bei Chlorogonium auch die entleerte Mutterhülle rasch thut. Zuweilen lassen sich an der entleerten Hülle sowohl bei Polytoma (Dallinger und Drysdale) wie Chlorogonium (Weisse, Stein) die ursprünglichen Geisseln noch deutlich erhalten beobachten.

Die eben genauer erörterten Vermehrungsvorgänge erhalten dadurch eine weittragende Bedeutung, weil die Koloniebildungen der Volvocinen ohne Zweifel von denselben herzuleiten sind, wie wir später sehen werden.

Sowohl bei Chlorogonium (Krassilstschik) wie bei Polytoma (Bütschli) findet man nicht selten sogen. Zwillingssprösslinge, d. h. unvollständig getheilte Sprösslinge, die aus unbekannten Gründen nicht zu völliger Durchschnürung gelangten. Ihre Hinterenden sind mehr oder min-

*) Auch bei dem entsprechenden Vermehrungsprocess des Chlorangium geschieht die Theilung nach Cienkowsky quer.

**) Bei der wahren Quertheilung der Flagellaten, so bei Oxyrrhis, ist dies Verhalten der Sprösslinge, wie geschildert, ein ganz anderes, da dieselben hier hintereinandergestellt sind, wie bei der Quertheilung der Ciliaten.

der ungetrennt, während die Vorderenden gesondert und jedes derselben mit dem zugehörigen Geisselsystem ausgerüstet ist. Derartige Zwillingsformen zeigen gar keine Neigung zu weiterer Durchschnürung, aber auch keine zu Verschmelzung. Stein hielt sie bei Chlorogonium irrthümlich für Copulationszustände und es scheint mir nicht unwahrscheinlich, dass auch die von ihm beschriebenen Copulationszustände eines Chlamydomonas pulvisculus (T. 43, 6 h) solche Zwillingssprösslinge waren. Auch die Mikrogonidien des Haematococcus bieten zuweilen entsprechende Abnormitäten dar, wie aus Cohn's Mittheilungen (101) hervorgeht.

b) Vermehrung durch einfache oder fortgesetzte Theilung im Ruhezustand.

Schon im Vorhergehenden hatten wir mehrfach Gelegenheit, auf die im ruhenden Zustand, d. h. zum mindesten nach Verlust der Geissel geschehende Theilung der Eugleninen hinzuweisen.

Die feineren Vorgänge dieses Längstheilungsprocesses haben wir schon früher geschildert, da sie sich in nichts von den gewöhnlichen unterscheiden, daher ist nur noch einiges über die von dem Ruhezustand bedingten Besonderheiten zu bemerken. Der Ausdruck Ruhezustand ist hier zunächst nicht so zu verstehen, dass die Eugleninen nach Verlust der Geissel und während des Theilungsvorgangs in absoluter Ruhe verharren, im Gegentheil zeigen gewisse metabolische Formen während des eigentlichen Durchschnürungsvorgangs recht lebhafte Contractionen der schon gesonderten Vordertheile der Sprösslinge und wie Klebs mehrfach beobachtete (namentlich Euglena deses und E. Spirogyra), wogt häufig das Plasma der beiden noch zusammenhängenden Sprösslinge hin und her, d. h. es findet eine wechselnde Strömung desselben aus dem einen in den anderen Sprössling statt.

Während nun bei gewissen Euglenaarten (so E. Spirogyra, variabilis Kl., tripteris Duj., acus O. F. M.), ferner bei Ascoglena, Phacus, Chloropeltis und wahrscheinlich auch Trachelomonas der Ruhezustand sich nur im Verlust der Geissel ausspricht, bildet sich bei den übrigen Euglenaarten (wenigstens gewöhnlich), vielleicht aber unter gewissen Umständen auch bei den übrigen Gattungen, vor der Theilung eine den Körper einschliessende Hülle aus, d. h. nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch, es encystirt sich die Euglene.

Diese Hülle ist entweder eine schleimige, häufig etwas körnelige, welche je nach den Arten von äusserster Dünne bis zu mässiger Dicke schwankt, oder sie ist zu einer festeren und meist ziemlich dünnen Haut erhärtet. Bei dem Uebergang in diesen umhüllten Ruhezustand verändert die Euglene entweder ihre gewöhnliche Form nicht, d. h. langgestreckte Formen (wie z. B. Euglena deses), bleiben auch in diesem Zustande langausgestreckt oder es geschieht zuvor, wie dies ja bei Encystirungsprocessen gewöhnlich der Fall ist, eine Zusammenziehung zu eiförmiger bis kugeliger Gestalt. Innerhalb dieser Hülle nun vollzieht sich die Längstheilung in gewöhnlicher Weise.

Sehr eigenthümlich soll die Gallerthülle nach Carter's Beobachtungen bei der sogen. Euglena Tuba gestaltet sein, indem sie sich hier in eine ansehnliche röhrenförmige und an

ihrem Ende geöffnete Verlängerung fortsetzt. Es scheint mir möglich, dass diese Röhre, welche sich am vorderen Ende der Cyste finden soll, dem Gallertstiel der mit Euglena so nahe verwandten Gattung Colacium entspricht*).

Der Vermehrungsprocess der Euglenen im umhüllten Zustande wurde schon von Dujardin richtig beobachtet und später von zahlreichen Forschern (Meyen, Thuret, Cohn, Perty, Focke, Stein, Carter, Cienkowsky und Klebs) geschildert. Auch Ehrenberg hatte diese Ruhezustände jedenfalls schon beobachtet, hielt sie jedoch für abgestorben. Gewöhnlich tritt unter dem Schutze der Hülle nur eine einfache Zweitheilung ein, worauf die beiden Sprösslinge entweder nach Ausbildung ihrer Geisseln die Hülle verlassen oder in Ruhe weiter verweilen, indem sich um jeden eine Specialhülle ausbildet.

Nicht ganz selten scheint es jedoch auch vorzukommen, dass die noch zusammenhängenden Sprösslinge ihre Cysten verlassen, wenigstens erklären sich so am einfachsten die bei Euglena viridis und anderen hüllenbildenden Formen gelegentlich beobachteten freien, mit oder ohne Geisseln angetroffenen Längstheilungszustände. Schon Carter (109b) hat solche bei der Euglena deses, viridis und der fraglichen E. agilis beobachtet, jedoch nur bei letzterer als Theilungen gedeutet, die der beiden erstgenannten Formen dagegen als Conjugationen. Hierin folgte ihm später bezüglich der E. viridis Stein und erst Klebs wies sehr richtig darauf hin, dass diese angeblichen Conjugationen sicherlich nichts weiter wie unvollendete Längstheilungen waren.

Wie bemerkt, scheidet beim weiteren Verharren im Ruhezustande jeder Sprössling meist bald seine eigene Specialhülle aus. Nun kann jedoch das Wachsthum und die Vermehrung dieser ruhenden Sprösslinge durch weitere Zweitheilungen sich ungehindert fortsetzen, ohne dass sich zunächst ein beweglicher Zustand einschiebt. Hierbei erweitert sich natürlich die alte Hülle, je mehr neue Sprösslinge durch Theilung entstehen, mehr und mehr und umschliesst ein System ineinander geschachtelter Specialhüllen der Sprösslinge. Auf diese Weise bilden sich Zustände, welche zuerst Cienkowsky (118) genauer gekennzeichnet hat und richtig mit ähnlichen gewisser Protococcaceen (so Pleurococcus etc.) verglich. Da nun, speciell bei Euglena viridis häufig sehr grosse Mengen solcher in fortdauernder Vermehrung begriffener Ruhezustände dicht zusammengedrängt an der Oberfläche des Wassers oder auf dem Boden etc. sich finden, so schmelzen die Schleimhüllen benachbarter allmählich zusammen und so entstehen ansehnliche zusammenhängende Häute, welche in dichter Zusammendrängung Massen ruhender Euglenen umschliessen. Seit Ehrenberg sind solche Zustände häufig beobachtet worden und namentlich Cohn (1850) hat auf ihre Bildungsgeschichte eingehender hingewiesen.

Fraglich erscheint es, ob die gewöhnliche Regel, dass vor jeder neuen Theilung eine Specialhülle um die Sprösslinge entsteht, ganz durchgreifend ist. Die älteren Beobachter

*) Fraglich könnte es erscheinen, ob die sogen. Cysten der Euglena Tuba nicht eigentlich Dauerzustände sind; da jedoch Carter ausdrücklich ihre Vermehrung durch Theilung betont, so scheint dies ausgeschlossen. Nach der Carter'schen Darstellung und seinen Abbildungen scheint es jedoch wahrscheinlich, dass bei der Vermehrung der ruhenden Eugl. Tuba die Gallerthülle ähnlich wie bei Colacium mitgetheilt wird; was die Uebereinstimmung mit letzterwähnter Gattung noch vermehren würde.

wenigstens, wie Cohn (1850 und 1854). Perty (1852) und Carter (1856) behaupten übereinstimmend, dass die Theilung auch bis zu 4, 8, 16, ja 32 Sprösslinge fortschreiten könne, ohne dass hierbei der Bildung von Specialhüllen gedacht würde. Obgleich man nun im Allgemeinen mit Recht geneigt sein wird, diese Angaben auf mangelhafte Beobachtung zurückzuführen, so scheint doch auch die Möglichkeit derartiger Theilprocesse zunächst noch beachtenswerth. Nur Perty behauptet übrigens gesehen zu haben, dass durch fortgesetzte Theilung aus einer grossen Euglena viridis 20 bis mehr kleine hervorgingen, also eine Art Mikrogonidienbildung*); bei der gewöhnlichen Vermehrungsart dagegen geht das Wachsthum ununterbrochen weiter, so dass eine erhebliche Verkleinerung der Sprösslinge meist nicht einzutreten scheint.

Auch Trachelomonas zeigt unter Umständen eine ähnliche Vermehrung im umhüllten Ruhezustande. Schon Perty beobachtete bei Tr. volvocina Theilung bis zu vier Sprösslingen in der Schale; ich fand bei Trach. hispida drei Sprösslinge, welche innerhalb der Schale noch in eine kugelige zartere Hülle eingeschlossen waren. Carter (1858) will bei einem grossen Trachelomonas sogar Sechzehntheilung in der Schale beobachtet haben, also möglicherweise eine Art Mikrogonidienbildung, doch bleibt unser Urtheil über diese Beobachtung unsicher, da Abbildungen fehlen.

An die geschilderten Vermehrungszustände der Euglenen schliessen sich die von Stein bei der Chromulina ochracea aufgefundenen nahe an. Auch hier geschieht die Vermehrung durch fortgesetzte Längstheilung unter dem Schutz einer kugeligen, sich dauernd erweiternden Schleimhülle bis zur Achttheilung (das letzte Stadium, welches beobachtet wurde). Dasselbe gilt ferner für die Chr. flavicans, wenn die von Stein beobachteten ruhenden Zustände sicher hierher gehören. Doch ist hier die Schleimhülle sehr dick und stark von Körnchen durchsetzt (T. 40, 6 b). Bei der Vermehrung in dieser sich successive vergrössernden Schleimhülle, welche wahrscheinlich die Gestalt einer etwas abgeplatteten Kugel besitzt, ordnen sich die Theilsprösslinge von der dritten Generation an zu einem peripherischen Ringe zusammen. Die Vermehrung wurde hier bis zur vierten Generation verfolgt.

Etwas modificirt, im Ganzen jedoch in entsprechender Weise verläuft auch die Fortpflanzung des von Woronin beschriebenen Chromophyton Rosanoffii, das überhaupt mit Chromulina nächstverwandt, wenn nicht identisch ist. Beim Uebergang in den Ruhezustand treten die in Torfmooren lebenden beweglichen Formen an die Wasseroberfläche, indem sie nach Woronin's Beschreibung deren Oberflächenhäutchen ge-

*) Auch ich sah bei der fortgesetzten Theilung der Euglena viridis eine successive Verkleinerung der Sprösslinge eintreten, eine Erscheinung, die einer genaueren Untersuchung bedürftig erscheint. Auch die angeblichen Cysten mit Zerfall des Inhalts in zahlreiche Sporen, welche Kent von Euglena viridis beschreibt, halte ich nur für mangelhaft beobachtete derartige Theilungszustände. Die Sporen sollen schliesslich in Gestalt kleiner grüner Amöben ohne Geissel und Augenfleck austreten. Ganz unsicher scheint mir dagegen vorerst die von dem gleichen Forscher erwähnte Fortpflanzung der Eutreptia durch Encystirung und Zerfall des Cysteninhalts in „unzählige" Sporen, welche schliesslich auch als geissellose Amöben hervortreten und hierauf erst eine, später die zweite Geissel entwickeln sollen.

wissermaassen durchbohren, ähnlich wie manche parasitische Monadinen die Haut der Algenzellen, in welche sie eindringen, durchbohren. Hierauf wird auch hier eine kugelige, jedoch nicht sehr dicke Schleimhülle gebildet, die als besondere Auszeichnung an ihrem, der Wasseroberfläche aufliegenden unteren Pole ein geöffnetes, festes, kurzes Röhrchen trägt. Unter allmählicher Erweiterung der Schleimhülle wurde die Vermehrung des ruhenden Chromophyton durch successive Zweitheilung (wahrscheinlich längsverlaufend) bis zur Achtzahl beobachtet. Häufig ereignet es sich auch hier, dass die benachbarten Ruhezustände mit ihren Schleimhüllen zu rundlichen oder unregelmässigen Massen zusammenschmelzen, deren Abstammung sich nicht selten noch deutlich constatiren lässt, indem sich die erwähnten Röhrchen der einzelnen Ruhezustände auch noch nach der Verschmelzung erhalten, so dass ihre Zahl die Menge der vereinigten einzelnen Cysten anzeigt. Der Wiederaustritt der erzeugten Sprösslinge geschieht, wenn dieselben wieder in Wasser untergetaucht werden, eine Erscheinung, die, wie wir später sehen werden, bei den Ruhezuständen zahlreicher Flagellaten hervortritt.

Fortpflanzung im Ruhezustand ist ferner für einer Anzahl Chlamydomonadinen die Regel und hier schon seit verhältnissmässig langer Zeit von vielen Forschern genauer untersucht worden. Die Gattungen Chlamydomonas, Haematococcus und Carteria werden, im Gegensatz zu den früher geschilderten Polytoma und Chlorogonium durch einen derartigen Fortpflanzungsprocess charakterisirt.

Ueber Chlamydomonas haben uns hauptsächlich die Untersuchungen von A. Braun (1851), Perty (1852), Fresenius (1856 und 58), Carter (1858), Cienkowsky (1865), Reinhardt (1876), Goroshankin (1876) und Stein (1878) Aufschlüsse gegeben. Sehr zahlreich sind bekanntlich die Untersuchungen über die Fortpflanzung des Haematococcus, von welchen wir namentlich die von v. Flotow, Vogt, Cohn (1850 und 1854), A. Braun (1851), Perty (1852), Cienkowsky (1856), Rostafinski (1875), Goroshankin (1876) und Stein hervorheben. Ueber die entsprechende Fortpflanzung der Carteria haben Fresenius (1856), Carter (1858 und 1869) und schliesslich Rostafinski (1871) gearbeitet.

Beschäftigen wir uns zunächst etwas eingehender mit den Erscheinungen bei Chlamydomonas und speziell dem gewöhnlichen Chlamydomonas pulvisculus. Derselbe geht in den ruhenden Zustand über, indem die Geisseln sich rückbilden und die Schalenhülle sich mehr oder weniger weit von dem Körper abhebt. Letzterer umkleidet sich nun sofort mit einer neuen dichtaufliegenden Hülle und vermehrt sich unter dem Schutze der Mutterhülle durch successive Längstheilung, die bis zur Achtzahl, vielleicht jedoch zuweilen auch noch etwas weiter (Carter), fortschreiten kann (T. 43, 6 k). Bei anderen Formen, so Chl. alboviridis und obtusa scheint diese Vermehrung gewöhnlich nicht über die Viertheilung hinauszugehen, hierauf befreien sich die Sprösslinge, was oft auch schon nach der Zweitheilung zu geschehen scheint (A. Braun). Auch bei Chl. pulvisculus scheint letzteres häufig zu sein, wenigstens gibt Reinhardt an, dass die gewöhnliche Vermehrung durch wiederholte Zweitheilung geschehe.

Das Wahrscheinlichste wird also sein, dass diese Vermehrung unter dem Schutz der Mutterhülle früher oder später durch das Freiwerden der Sprösslinge unterbrochen wird, so dass deren Zahl in einer Mutterhülle sehr verschieden sein kann. Hierauf deutet auch hin, dass die Sprösslinge häufig schon sehr frühzeitig ihre Geisseln wieder erlangen (Carter, Fresenius, Stein), schon nach der ersten Zweitheilung, und sich nun wie gewöhnliche Flagellaten unter vorheriger Vermehrung ihrer Geisseln weiter längstheilen. In anderen Fällen unterbleibt dagegen die Neubildung der Geisseln und tritt jedenfalls erst kurz vor dem Wiederaustritt der ruhenden Sprösslinge auf. Schreitet der Vermehrungsprocess unter dem Schutz der Mutterhülle bis zu höheren Sprösslingszahlen fort, so erweitert sich dieselbe auch hier entsprechend, was z. Th. dadurch bedingt wird, dass die Sprösslinge auch im ruhenden Zustande fortgesetzt wachsen, wenn sie auch die Grösse des Mutterwesens gewöhnlich nicht vollständig erreichen.

Eine weitere Modification dieses Fortpflanzungsprocesses kann da durch entstehen, dass sich die neugebildeten Specialhüllen der Sprösslinge bei der fortschreitenden Vermehrung ähnlich verhalten wie die ursprüngliche Mutterhülle, das heisst sich abheben und an der Theilung nicht participiren. Durch in dieser Weise fortgesetzte Vermehrung können sich nun pleurococcusartige Zustände bilden, wie wir sie ähnlich schon bei den Euglenen antrafen. Hierauf hat zuerst Cienkowsky 1865 die Aufmerksamkeit gelenkt, nachdem zwar schon früher A. Braun (1851) die Bildung ähnlicher vegetirender Zustände bei Haematococcus beschrieben hatte. Dieselbe Erscheinung beobachtete Cienkowsky (134) auch bei der mit Chlamydomonas wohl nahe verwandten sogen. Vacuolaria, dieselbe geht in einer kugeligen Gallerthülle in den Ruhestand über, um dann durch successive Zweitheilung pleurococcusartige Zustände zu bilden.

Zu gewissen Zeiten nun geschieht die successive Theilung im ruhenden Zustande rascher und ohne dass den Sprösslingen Zeit bleibt, während des Theilungsprocesses heranzuwachsen; das Resultat dieses Vermehrungsvorgangs, der bis zur Acht- und Sechzehntheilung fortschreiten kann (Reinhardt), sich nicht selten jedoch auch bis zur Bildung von 32 kleinen Sprösslingen ausdehnt (Carter für Chl. pulvisculus, A. Braun für Chl. obtusa und tingens), ist demnach die Erzeugung einer Brut kleiner Sprösslinge, ähnlich wie wir das schon früher bei dem Chlorogonium sahen. Auch haben diese Mikrogonidien nach Reinhardt gleichfalls die Bedeutung zur Copulation bestimmter Gameten. Ob diese Gameten, deren Grösse nach Reinhardt stets unter der der kleinsten gewöhnlichen Individuen zurückbleibt, immer eine Schalenhülle (Zellhaut) besitzen, scheint etwas fraglich. Nach der Angabe des erwähnten Forschers und Goroshankin's haben sie eine solche, die jedoch dem Plasmakörper dicht aufliegt, dagegen bildet Stein im Freien gefundene mikrogonidienartige Sprösslinge ab, die jedenfalls durchaus nackt waren, da sie von ihrer gesammten Oberfläche fingerförmige Pseudopodien entwickelten. Wie die Beobachtungen Carter's (1858) sicher zu lehren scheinen, geht die Mikrogonidien

bildung, auch zuweilen von ruhenden Theilsprösslingen der gewöhnlichen Art, welche noch von ihrer Mutterhülle umschlossen sind, aus.

Die Beobachtungen von Fresenius (1856), Carter (1869), Rostafinski (1871) und Cohn (1877) lehren, dass die Vermehrungserscheinungen der viergeisseligen Carteria im allgemeinen ganz mit denen der gewöhnlichen Chlamydomonasformen übereinstimmen. Die gewöhnliche Vermehrung vollzieht sich hier durch 2—4 Theilung im ruhenden Zustande, dazu gesellt sich jedoch nach Rostafinski auch eine Mikrogonidien-(Gameten-)bildung, welche durch Achttheilung geschieht. Die freigewordenen Mikrogonidien schildert letzterer Beobachter als hüllenlos. Eine nicht ganz sichere Beobachtung Carter's deutet übrigens daraufhin, dass auch Sechzehntheilung bei der Mikrogonidienbildung zuweilen vorkommen dürfte. Bei der gewöhnlichen Viertheilung werden die vier tetraëdrisch geordneten Sprösslinge nach Cohn durch Auflösung der Mutterhülle frei, bei der Mikrogonidienbildung vollzieht sich die Befreiung der Sprösslinge nach Rostafinski durch seitliche Auflösung der Mutterhülle.

Einige Schwierigkeit bereitet die Beurtheilung der zahlreichen Beobachtungen über die Vermehrung des Haematococcus, speciell des so verbreiteten H. lacustris. Diese Schwierigkeiten werden hauptsächlich dadurch bedingt, dass die Beobachter, wie es scheint, häufig nicht hinreichend scharf zwischen der gewöhnlichen Vermehrung im ruhenden Zustande und derjenigen unterschieden, welche sich hier und anderwärts im Gefolge des sogen. Dauerzustandes einstellt. Die Betrachtung der Dauerzustände sparen wir auf ein späteres Kapitel auf und beschränken uns hier auf die Besprechung der der gewöhnlichen Vermehrung von Chlamydomonas analogen Fortpflanzungserscheinungen. Die Beobachtungen von Cohn, Braun und Stein über den gewöhnlichen H. lacustris und diejenigen Cienkowsky's, Stein's und Goroshankin's über den sogen. H. rostratus (welcher eine entschiedene Mittelform zwischen Chlamydomonas und Haematococcus darstellt), lassen mit Sicherheit erkennen, dass auch hier die gewöhnliche Vermehrung im ruhenden Zustande in der wenig erweiterten Mutterhülle sich findet und dass dieselbe meist mit der Viertheilung sistirt. Doch findet sich nach Braun gelegentlich auch Zwei- und andrerseits auch selten Achttheilung. Auch hier bilden die Sprösslinge häufig ihre Geisseln schon recht frühzeitig aus. Schon früher wurde darauf aufmerksam gemacht, dass H. lacustris nach den Beobachtungen von Perty und Cohn zuweilen auch schon im beweglichen Zustande seine Theilungen beginnt, ähnlich Polytoma und Chlorogonium und dieselben mehr oder weniger durchführt, bevor Ruhe eintritt, welche durch den Verlust der Muttergeisseln bedingt wird.

Zu gewissen Zeiten tritt nun auch bei H. lacustris eine Mikrogonidienbildung ein, wie schon Cohn und Braun sicher erkannten und später Rostafinski bestätigte, während Goroshankin diesen Vorgang bei H. rostratus nachwies. Nach den übereinstimmenden Angaben der drei erstgenannten Beobachter ist die Zahl der Mikrogonidien, welche bei H. lacustris aus

einer Mutterzelle entstehen, ziemlich hoch, gewöhnlich scheinen es 32 zu sein, seltener dagegen 16, und Cohn gibt an, sogar 64 gelegentlich beobachtet zu haben. Nach allem, was wir von der Mikrogonidienbildung der verwandten Chlamydomonadina und Volvocina wissen, scheint es in hohem Grade wahrscheinlich, dass dieselbe auch bei dem Haem. lacustris durch successive Zweitheilung vor sich geht und dass die Angaben Cohn's, es geschehe dieser Vorgang durch simultane Theilung, auf ungenauer Beobachtung beruhen.

Bezüglich der Bauweise dieser Mikrogonidien weichen die Angaben der Beobachter etwas von einander ab, namentlich herrschen Zweifel darüber, ob dieselben mit einer Hüllhaut, ähnlich wie die Makrogonidien, versehen sind. Cohn will sich überzeugt haben, dass die Mikrogonidien häufig ganz nackt sind und ich sah sie ebenfalls leicht zerfliessen, ohne dass eine Hülle sich zeigte; Stein dagegen zieht ihre Hüllenlosigkeit in Zweifel. Jedenfalls ist sicher, dass sie nie eine abstehende Membran besitzen, was auch Braun besonders betont. Auch Strasburger gibt an, dass die freiwerdenden Sprösslinge des H. lacustris zunächst stets nackt seien, doch scheint sich seine Angabe nur auf die aus den Dauerzuständen hervortretenden Sprösslinge zu beziehen, für die sie jedenfalls keine allgemeine Gültigkeit beanspruchen kann.

Später erst können wir genauer auf die Bedeutung der Mikrogonidienbildung des Haematococcus lacustris eingehen, die im Gegensatz zu Chlamydomonas und Carteria noch keine Copulation erkennen liessen.

Die mit den seither beschriebenen Gattungen so innig verwandten Genera Phacotus und Coccomonas zeigen auch eine im allgemeinen übereinstimmende Vermehrung im ruhenden Zustande, wie die Beobachtungen Carter's (1858 und 1859) und Stein's (1878) gelehrt haben. Bei sämmtlichen bekannten Formen geschieht dieselbe innerhalb der Schale des Mutterorganismus durch successive Zweitheilung, welche gewöhnlich mit der Bildung von vier Sprösslingen sistirt, bei Phacotus unter Umständen auch schon mit der Zweitheilung. Die vier Sprösslinge bilden nun entweder schon in der Mutterschale eine eigene Schale, entwickeln ihre Geisseln und werden dadurch frei, dass die Mutterschale in zwei Hälften auseinanderbricht (Coccomonas orbicularis nach Stein, T. 43, 11 b), oder die Schalenbildung geschieht erst etwas später. Bei Phacotus lenticularis treten nämlich die Sprösslinge, zunächst in eine Gallertblase eingehüllt, durch Auseinanderklappen der beiden Mutterschalenhälften hervor und erst in diesem Zustande bilden sie ihre Schale (auch bei Phacotus angulosus Cart. sp. dürfte der Vorgang ähnlich sein). Dagegen scheinen sich die Geisseln der Sprösslinge schon sehr frühzeitig zu bilden, wenigstens sind sie stets schon deutlich vorhanden, wenn die Schalenhälften aufklappen. An der Gallertblase bleiben die beiden Schalenklappen gewöhnlich kleben. Etwas fraglich ist die Herkunft dieser Gallertblase, wahrscheinlich dürfen wir sie als eine vor der Theilung ausgeschiedene Specialhülle des Organismus betrachten, ähnlich wie die Schleimhüllen der sich theilenden Euglenen;

dies halte ich wenigstens für wahrscheinlicher, als die Annahme, dass sie eine innerste, verschleimte Schicht der Mutterschale sei.

Aus Carter's Beobachtungen geht nun weiter hervor, dass Phacotus lenticularis auch Mikrogonidien bildet, deren Entstehung im wesentlichen wie die gewöhnliche Vermehrung verläuft, jedoch zur Erzeugung von 64 kleinen Theilsprösslingen führt, die wie die zuerst geschilderten in der Gallertblase eingeschlossen, aus der Mutterschale hervortreten (T. 44, 3e). Wir werden später sehen, dass diese Mikrogonidien als spermoide Individuen functioniren. Uebrigens sah Carter auch Theilungen zu 8, 16 und 32 in der Gallertblase frei werden, woraus hervorzugehen scheint, dass die Mikrogonidienbildung nicht immer bis zur 64-Theilung fortschreitet. Die kleinen kugligen Mikrogonidien, welche mit zwei Geisseln und einem Augenfleck versehen sind, werden sehr wahrscheinlich im nackten Zustande frei.

Auch in der Familie der Cryptomonadinen findet sich nach Cienkowsky (134) eine ähnliche Vermehrung im Ruhezustande, wie bei den Chlamydomonadinen. Beim Uebergang in den Ruhezustand scheidet die Cryptomonas eine mehrschichtige, dicke Gallerthülle aus, unter deren Schutz sie sich durch fortgesetzte Zweitheilung (in der Längsrichtung) vermehrt, und da die Sprösslinge fortdauernd Specialhüllen bilden und weiterwachsen, führt dieser Vermehrungsprocess, ähnlich wie bei Chlamydomonas zur Entwicklung pleurococcusartiger Familien (T. 45, 11). Cienkowsky neigt der Annahme zu, dass diese ruhenden Zustände ihre Geisseln noch besitzen, da sie sich nach dem Hervorquetschen aus der Gallertmasse sofort bewegen. Wahrscheinlich wird jedoch auch hier bei dem Uebergang in den Ruhezustand zunächst eine Rückbildung der Geisseln eintreten, die sich jedoch bei den Sprösslingen früher oder später neu erzeugen.

Eine Reihe von Beobachtungen erweist, dass auch bei den farblosen kleinen Flagellaten aus den Abtheilungen der Monadina und Heteromastigoda eine Vermehrung im Ruhezustande nicht selten ist. Nur lassen es die Beobachtungen bis jetzt häufig unentschieden, ob diese Vermehrungsprocesse mit einer vorherigen Copulation in Beziehung stehen. Wo letzteres mit Sicherheit erwiesen ist, werden wir erst später die bezüglichen Vorgänge darstellen und hier nur derjenigen gedenken, wo dies nicht der Fall oder doch nicht erwiesen ist.

Ziemlich genau sind diese Processe bei einigen Arten der Gattung Bodo bekannt. Bei Bodo caudatus (Dj.) St. (= Colpodella pugnax Cienk.) erwies zuerst Cienkowsky (1865) das Vorkommen eines Ruhezustandes mit Vermehrung. Später bestätigten Stein und Kent diese Beobachtung. Diese Form bildet einen kugligen Ruhezustand mit zarter einfacher Hüllhaut und theilt sich hierauf in eine mässige Anzahl (St. zeichnet 6) Sprösslinge, welche die Hülle schliesslich durchbrechen (T. 46, 4c). Vor der Theilung, deren Modus hier nicht genauer erforscht ist, beobachtete Cienkowsky die Ausstossung der unverdauten Nahrungsreste, ähnlich wie wir dies früher bei der entsprechenden Fortpflanzung gewisser Sarkodinen

schilderten (s. p. 311). Stein lässt die Sprösslinge einzeln und schon mit Geisseln versehen aus der Cystenhülle austreten, wogegen sie Cienkowsky zunächst von einer sehr zarten Haut umschlossen aus der Cyste hervortreten sah, die sie dann erst durchbrachen. Einen entsprechenden Fortpflanzungsprocess schildert Kent bei einer anderen Bodoart (seiner Heteromita lens, welche dem Bodo globosus [Duj.] St. sehr nahe verwandt scheint). Die Zahl der Theilsprösslinge betrug hier bis 16 und dieselben befreiten sich durch einfaches Zerreissen der Cystenhaut. Entsprechendes berichtet derselbe Beobachter auch von seiner Ancyromonas. Die ähnlichen Fortpflanzungserscheinungen des Bodo angustatus Duj. werden wir erst später besprechen, weil dieselben häufig mit Copulation verknüpft sind.

Bei einigen Monadinen konnte Cienkowsky zuerst einen analogen Vermehrungsvorgang nachweisen. Bei seiner sogen. Pseudospora parasitica, die sich in faulende Spyrogyren einbohrt und wohl eine mit Oikomonas verwandte Form ist, bildet sich eine kuglige Cyste, in welcher sich der Körper, nach Ausscheidung der Nahrungsreste, in ca. 6—9 Sprösslinge zertheilt (T. 40, 4c). Ob diese Theilung, wie Cienkowsky es wenigstens 1858 darzustellen scheint, simultan geschieht, dürfte doch noch eines bestimmteren Nachweises bedürfen. Auch bei seiner Oikomonas mutabilis will Kent Encystirung und Zerfall des Inhalts der Cyste in zahlreiche Theilsprösslinge beobachtet haben. Doch zeigt der abgebildete Haufen von Theilsprösslingen durchaus nichts von einer umschliessenden Haut (s. T. 40, 3c), was die Schilderung etwas zweifelhaft macht.

Zu den eben geschilderten Vermehrungsvorgängen glauben wir auch den von Dallinger und Drysdale bei einer eingeisseligen kleinen Form (die Kent Monas Dallingeri taufte) geschilderten Fortpflanzungsprocess ziehen zu dürfen. Unter Verlust der Geissel rundet sich dieselbe zu einer Kugel ab, an der plötzlich zwei sich senkrecht kreuzende helle Furchen auftreten (T. 40, 5e); diese Furchen vermehren sich im weiteren Verlauf des Processes auf 4 (5 f.) und zeigen dann eine eigenthümliche radiäre Anordnung, indem sie gleichzeitig einen etwas geschwungenen Verlauf annehmen. Schliesslich zerfällt der Organismus, wohl unter weiterer Vermehrung der Furchen in einen Haufen kleiner Sprösslinge (5 g), die sich bald von einander trennen und dann dieselbe Beschaffenheit wie der Mutterorganismus besitzen. Es scheint demnach hier wirklich ein zu simultaner Theilung hinneigender Process stattzufinden, indem die successiven Theilungsfurchen zwar nach der Regel fortschreitender Zweitheilung auftreten, jedoch anfänglich nicht zu wirklicher Durchschnürung führen. Etwas zweifelhaft scheint es bis jetzt noch, ob dieser Theilungsvorgang wirklich im unumhüllten Zustande geschieht und nicht eine zarte Hülle übersehen wurde.

Etwas unsicher ist auch die Bedeutung der ansehnlichen Cysten, welche Ecker (1852) in Menge in todten Limnaeuseiern fand und die theils einen noch unzerfallenen Inhalt, theils einen in eine grosse Menge rund-

licher kleiner Körperchen zerfallenen enthielten. Beim Zerdrücken der Cysten nahmen die befreiten Sprösslinge die Form von Cercomonaden an (der Cercomonas longicauda am ähnlichsten). Wenn es auch nicht unwahrscheinlich ist, dass diese Cysten thatsächlich in den Entwicklungskreis einer Cercomonas gehörten, so lässt sich dies zur Zeit doch nicht scharf beweisen, weshalb wir uns mit diesem Hinweis begnügen.

Nur kurz berichten wir weiter über einige hierhergehörige Angaben Kent's, da dieselben vorerst auch nicht ganz gesichert erscheinen.

Encystirung mit folgender Bildung von Theilsprösslingen fand er noch bei seiner Physomonas (fraglich ob von Monas Stein verschieden). Hier bildet sich die Cyste auf dem plasmatischen Stiele, mittels welchen das Wesen befestigt ist aus und erscheint daher gleichfalls gestielt (T. 41, 2 b). Der Stiel soll sich nämlich gleichzeitig verdicken und erhärten. Seltsam erscheint, dass die austretenden Sprösslinge zunächst eingeisselig sind (41, 2 b), während die ausgebildete Physomonas stets zwei Geisseln besitzt.

Encystirung und sog. Sporenbildung gibt Kent weiter für die Bikoecida (Bicosoeca und Poteriodendron) an; die Encystirung geschehe hier in der Schale, in welcher dann auch die Sporen beobachtet wurden, doch scheint es mir wenig sicher, ob die losen, in sonst leeren Schalen gesehenen kleinen Körperchen (T. 40, 10 b) wirklich Abkömmlinge der früheren Bewohner derselben (Theilsprösslinge oder Sporen) gewesen sind.

Der von Kent für Anthophysa geschilderte Encystirungs- und Vermehrungsprocess scheint gleichfalls unsicher, da einmal die Abstammung der beoachteten, mit einem flaschenartigen Hals sich öffnenden Cyste (T. 41, 5 d—e) von Anthophysaindividuen nicht erwiesen wurde und andrerseits auch der Uebergang der in diesen Cysten entstandenen zahlreichen eingeisseligen Sprösslinge in Anthophysen nicht mit ausreichender Sicherheit festzustellen war. Hierzu gesellt sich noch, dass Balbiani neuerdings kleine kuglige Cysten der isolirten Anthophysaindividuen beschrieb, die sich in ihrer Bildung nicht unwesentlich von denen Kent's unterscheiden.

Schliesslich erscheint mir auch die gestielte und befestigte Cyste mit zahlreichen Sprösslingen oder Sporen, welche Kent von seiner Deltomonas beschreibt (T. 42, 5 c), nach der Abbildung etwas zweifelhaft.

c) Familien- und Koloniebildungen als Folgeerscheinung der Vermehrung durch Theilung. Eine Unterscheidung zwischen Kolonial- und Familienverbänden liesse sich, ähnlich wie dies mehrfach bei den Sarkodinen versucht wurde, auf den Umstand basiren, dass bei den letzteren nur eine Zusammengruppirung zahlreicher Einzelindividuen zu einem Verbande stattfinde, bei den ersteren dagegen eine wirkliche organische Vereinigung der Einzelindividuen durch Zusammenhang ihrer Plasmakörper geschehe. Gerade die Verbände der Flagellaten zeigen jedoch, dass eine derartige Unterscheidung etwas gezwungenes hat und dadurch nahe verwandte Kolonialverbände unnatür-

lich gesondert würden. Wir ziehen es daher vor, die sämmtlichen Gesellschaftsverbindungen der Flagellaten gemeinsam abzuhandeln.

Alle diese Verbände entstehen durch fortgesetzte Zweitheilung, und zwar, so weit sich feststellen lässt, fast stets durch successive Längstheilung, indem die Sprösslinge in verschiedener Weise mit einander zu einer Kolonie verbunden bleiben*). Da wir schon früher bei Besprechung der Gehäuse und Stielbildungen die Bauweise einer Anzahl Kolonien berücksichtigen mussten so gehen wir auf diese hier nur kurz ein.

Die Bildung der Kolonien geht einmal von freischwimmenden Flagellaten aus und führt dann auch zu freischwimmenden Verbänden. Derartigen Kolonien begegnen wir bei einigen Isomastigoden, den Gattungen Synura und Syncrypta. Bei beiden gruppiren sich die Einzelthiere radial um ein Centrum dicht zusammen, so dass die ganze Kolonie eine Kugel darstellt. Bei Synura (T. 43, 1a) stehen meinen Beobachtungen zufolge die Einzelthiere thatsächlich im Centrum in organischem Zusammenhang, indem die stielförmig ausgezogenen Hintertheile hier verschmelzen. Dagegen bemerkt Stein, dass die Individuen nur lose zusammenhängen. Bei Syncrypta (43, 3a) ist bekanntlich noch ein dicker, die kuglige Kolonie umhüllender Gallertmantel vorhanden. Die Zahl der vereinigten Individuen ist sehr schwankend, da dieselbe sich ja fortgesetzt durch Zweitheilung vermehrt. Bei Synura wird dieselbe grösser wie bei Syncrypta und steigt nach Ehrenberg bis auf 90, scheint jedoch gewöhnlich nur gegen 40 zu betragen.

Ueber die Entstehung der Kolonien von Synura und Syncrypta machte Osc. Grimm (143) interessante, jedoch wegen einiger irriger Bestimmungen nicht ganz zuverlässig erscheinende Beobachtungen. Seine Hauptuntersuchungen beziehen sich auf eine Form, welche er mit Uroglena Volvox identificirt, die jedoch mit dieser sicher gar nichts zu thun hat, sondern wahrscheinlich eine Syncrypta war. Grimm sah nun zunächst die Kolonien beider Formen gelegentlich in ihre Einzelindividuen zerfallen und diese unter Verlust der Geisseln in einen amöboiden Zustand übergehen, in welchem sie auch weiter wachsen sollen. Schliesslich gehen diese Amöben in einen Ruhezustand über, welcher als Cyste bezeichnet wird, jedoch scheint die Abbildung einer solchen Cyste der Syncrypta sicher zu lehren, dass nur eine körnige Gallerthülle abgeschieden wird. Bei Syncrypta gelang es nun, die successive Theilung des ruhenden Einzelindividuums in dieser Gallerthülle unter fortdauerndem Wachsthum zu verfolgen und in dieser Weise sollen Kolonien von 2—300 Individuen entstehen, welche schliesslich ihre Geisseln durch die gemeinsame Gallerthülle hindurch entwickeln, so dass die Kolonie jetzt ganz denen der Syncrypta Volvox gleicht, von welcher sie sich jedoch durch die hohe Individuenzahl wesentlich unterscheidet. Endlich sollen diese Kolonien sich von ihrer Gallerthülle befreien. Wie schon bemerkt, erscheint es schwierig die Grimm'schen Beobachtungen mit den über die erwähnten Formen anderweitig bekannten in einen befriedigenden Zusammenhang zu bringen, da namentlich auch die Angaben Grimm's über die Organisation der Syncrypta und Synura eine gewisse Unsicherheit der Beobachtung verrathen; so sah er stets nur eine Geissel und die Endochromplatten gar nicht deutlich. Immerhin scheint der geschilderte Entwicklungsgang im Allgemeinen nicht unplausibel, und sollte sich das Abstreifen der Gallerthülle der vermuthlichen Syncrypta bestätigen, so läge die Möglichkeit vor, dass auch der Gallertmantel der Syncrypta Volvox eine vergängliche Hülle ist, wodurch dann andererseits die

*) Ehrenberg glaubte noch, dass eine Anzahl der Flagellatenkolonien (Anthophysa, Synura) durch Vereinigung ursprünglich getrennter Individuen entständen, durch einen geselligen Trieb, der sie beseele, ja er findet darin sogar eine Poesie ihres Lebens, die andern Formen fehle.

Differenzen zwischen den Gattungen Synura und Syncrypta ziemlich eliminirt erscheinen würden.

Sehr eigenthümliche Kolonien einer, wie es scheint, mit Synura nahe verwandten Form (Chlorodesmos hispida Phill.) beschrieb neuerdings Phillips (198). Die mit einer stacheligen, dreieckigen Hülle versehenen Einzelthiere sind hier nicht um ein Centrum zusammengruppirt, sondern reihen sich zu ungefähr dreissig in einer Kette aneinander. Die Art der Verbindung der Individuen untereinander wurde nicht sicher ermittelt, doch vermuthet Phillips wegen der eigenthümlichen Bewegungserscheinungen der Kolonien, dass ein sehr zartes, hyalines und contractiles Band die Verbindung herstelle. Die Kolonien zeigen nämlich rhythmische Bewegungen in der Weise, dass während das eine Ende der Kette irgendwo festgeheftet ist, die Kette sich abwechselnd verlängert und wieder bis auf ein Fünftel der grössten Länge zusammenzieht. Ausserdem sollen jedoch die Individuen der Kette noch eine zweite, mir nicht ganz verständlich gewordene Bewegung zeigen, indem die benachbarten, rasch dicht zusammenrücken — zusammenklappen. Letzterer Vorgang erfolgt unregelmässig, nicht rhythmisch wie der zuerst beschriebene.

Hier reihen sich weiter die Kolonien der Gattung Uroglena (T. 42, 3 a) an, deren sehr zahlreiche Individuen in der oberflächlichen Schicht einer gemeinsamen Gallertkugel radial eingebettet sind, sich jedoch nach meinen und Stein's Untersuchungen nicht bis zum Centrum der Kolonie erstrecken, wogegen ihnen Kent einen langen contractilen Schwanz zuschreibt, mittels dessen alle Thiere im Centrum zusammenhängen sollen, ähnlich wie bei Synura. Die Zahl der Einzelthiere wird hier häufig sehr gross, beträgt gewiss bis zu mehreren Hunderten, ebenso ist auch die Grösse der Kolonien recht beträchtlich (etwa 0,2 bis 0,3 mm). Ihre Gestalt ist häufig nicht rein kuglig, sondern mehr oder weniger unregelmässig eingeschnürt bis gelappt. Ueber die Vermehrung der Individuen der Uroglenakolonien hat bis jetzt nur Kent etwas ermittelt. Nach ihm geschieht dieselbe derart, dass einzelne Individuen nach Einziehung ihrer Geissel sich successive in zwei, vier bis acht Sprösslinge theilen, welche sich hierauf zwischen die Kolonialindividuen einordnen. Etwas Genaueres über die Theilungsvorgänge wurde nicht ermittelt. Derselbe Beobachter glaubt jedoch auch, die Neuentstehung junger Kolonien in den alten beobachtet zu haben, die sich ähnlich repräsentirten, wie die Tochterstöcke des Volvox. Seine nicht ausführlicher mitgetheilten Wahrnehmungen machen jedoch einen um so zweifelhafteren Eindruck, weil er gleichzeitig sehr merkwürdige und ganz irrige Ansichten über die Entstehung der jungen Volvoxkolonien äussert.

Häufiger wie die freischwimmenden Kolonien sind die befestigten, die sich, wie früher bemerkt, bei gestielten oder ungestielten Formen unter Mitwirkung der Hüllen oder Stiele entwickeln. Schon früher (p. 680) haben wir diese Kolonien der Spongomonaden und Dendromonaden besprochen und da ihre Bauart meist auch den Gang ihrer Bildung hinreichend andeutet, so kommen wir hierauf nicht nochmals zurück. Nur die gleichfalls hier-

her zu stellenden Kolonien der Gattungen Poteriodendron und Dinobryon seien noch kurz erwähnt. Dieselben (T. 40, 10a und T. 42, 1) bilden sich dadurch, dass nach jeder im Gehäuse des Einzelthiers geschehenen Zweitheilung der eine Sprössling auf den Mündungsrand der Schale wandert und sich auf deren Innenseite befestigend, ein neues Gehäuse ausscheidet. Demnach bauen sich die Kolonien in der Weise auf, dass sich die Gehäuse der Einzelthiere successive in den Mündungsrändern ihrer Vorgänger befestigen und die ganze Kolonie so zu einem fächerartig verzweigten Stock auswächst. Da sich nun die Theilung des im alten Gehäuse zurückgebliebenen Sprösslings noch weiter wiederholen kann, so befestigen sich häufig nicht nur ein, sondern mehrere jüngere Gehäuse im Mündungsrand eines älteren, was die Mannigfaltigkeit des Aufbaues erhöht. Die Kolonien von Dinobryon sind gewöhnlich unbefestigt, die von Poteriodendron dagegen aufgewachsen.

Ein Theil der seither besprochenen Kolonien ist einer Fortpflanzung im Kolonialzustand fähig — eine Erscheinung, welche für eine Annäherung derselben an individuelle Selbstständigkeit spricht. Mit Sicherheit constatirte zuerst Stein diese Selbsttheilung der Kolonien bei Synura und den ähnlichen Kolonialtrauben der Anthophysa, doch wollte schon Ehrenberg diesen Vermehrungsact bei losgelösten, freischwimmenden Kolonien der letzteren (seiner Uvella Chamaemorum) beobachtet haben und auch Dujardin vermuthete ihn schon für die gewöhnlichen Anthophysenkolonien. Die Theilung geschieht durch Längsstreckung der kugligen Kolonie, worauf dieselbe durch eine mittlere Einschnürung in zwei gleiche Tochterkolonien zerfällt (T. 41, 5e, k).

Interessanter Weise findet sich auch unter den Eugleninen eine gestielte, festgewachsene, koloniebildende Form, die Gattung Colacium, deren Kolonien auch wegen ihrer allgemeinen Bildungsgeschichte ein besonderes Interesse verdienen. Sie gehen aus freischwimmenden Einzelthieren hervor, welche sich unter Verlust der Geissel mit ihrem Vorderende festheften und indem sie sich mit einer dünnen Gallerthülle umkleiden gleichzeitig an dem festgehefteten Vorderende einen längeren oder kürzeren Gallertstiel ausscheiden, auf dem sie sich erheben. Indem nun das die Kolonie gründende Einzelthier sich durch fortgesetzte Längstheilung (sammt der Gallerthülle) unter Ausscheidung neuer Gallertstiele für die gebildeten Sprösslinge vermehrt, entstehen allmählich Kolonien zahlreicher Individuen, welche auf den Enden der Zweige eines fortgesetzt dichotomisch verästelten Gallertstiels angebracht sind (T. 47, 16b).

Wiederholt wird diese Bildungsgeschichte der Colacienkolonie von einer zu den Chlamydomonadinen gehörigen Form, der Gattung Chlorangium St., welche deshalb auch irrthümlicher Weise lange zu Colacium gezogen wurde. Auch die Kolonien des Chlorangium werden durch freischwimmende Einzelthiere gegründet (T. 44, 2a), die sich mit ihrem Vorderende unter Ausscheidung eines Gallertstiels und Verlust der Geisseln festsetzen.

Der weitere Verlauf der Koloniebildung wird jedoch durch die eigenthümlichen Vermehrungserscheinungen der Chlorangien modificirt, welche mit denen übereinstimmen, die wir bei dem nächstverwandten Chlorogonium gefunden haben. In seiner Schalenhülle theilt sich der Chlorangienkörper successive in 2 oder 4 Sprösslinge (T. 44, 2 b), welche schliesslich durch Auflösung des distalen Endes der Schalenhülle des Mutterindividuums frei werden und sich nun ihrerseits neue Schleimstiele ausscheiden, die im Grunde des noch erhaltenen Restes der Mutterschale befestigt sind (T. 44, 2 c). Schliesslich sollen jedoch die Reste dieser Schalenhülle gänzlich schwinden. Indem sich der gleiche Vermehrungsprocess an den Sprösslingen wiederholt, können sich etwas unregelmässige Kolonien bilden, da namentlich auch die Gallertstiele gleichzeitig entstandener Sprösslinge häufig von sehr verschiedener Länge sind.

Wie bei Colacium werden auch bei der letzterwähnten Gattung nicht selten einzelne Kolonialindividuen unter Neubildung von Geisseln wieder beweglich und treten aus dem Verbande aus, um zu Gründern neuer Kolonien zu werden.

Eine besondere Darstellung verdienen die Koloniebildungen der Volvocinen, da dieselben sich sowohl durch Bauweise wie Entstehungs- und Vermehrungsgeschichte als eigen geartete und streng zusammengehörige ergeben.

Wie schon früher bemerkt wurde, entstanden diese Kolonien jedenfalls dadurch, dass Theilungsverbände, wie wir sie bei gewissen Chlamydomonadinen (Polytoma und Chlorogonium) gefunden haben, zusammenhängend blieben und nach der Entwicklung der Geisseln als Kolonie weiter lebten. Dass dem so sein muss, ergiebt sich mit grosser Sicherheit aus der Entstehung dieser Kolonien, welche stets durch rasche successive Zweitheilung eines Einzelindividuums unter dem Schutze seiner Schalenhülle (Zellhaut) geschieht, ganz wie die früher geschilderte Vermehrung der Polytoma. Die Kolonie tritt denn auch hier gleich in ihrer Totalität in die Aussenwelt und bildet sich nie durch langsame, successive Zweitheilung eines ursprünglichen Individuums, wie wir das bei den seither besprochenen fanden. Auch eine Vermehrung der Kolonien durch Zweitheilung findet sich hier nicht.

Sehr primitive Verhältnisse begegnen wir bei der Gattung Spondylomorum (T. 45, 4). Die aus 16 Individuen bestehende Kolonie bildet einen ungefähr ovalen Körper, indem sich sämmtliche gleich gerichteten Individuen in vier hintereinander gestellten, alternirenden Kränzen von je vier Individuen um die koloniale Längsaxe gruppiren. Der Zusammenhalt der Kolonien ist ein sehr loser und eine gemeinsame Umhüllungshaut fehlt vollständig. Die Entstehung dieser Kolonien hat schon Ehrenberg (1848) richtig erkannt und später verfolgten Stein (1854 und 1878), sowie Carter (1879) dieselbe genauer. Sie geschieht durch successive Theilung der Einzelindividuen in ihrer Hülle zu Tochterkolonien und zwar voll-

zieht sich dieser Vermehrungsprocess ziemlich gleichzeitig an sämmtlichen Kolonialindividuen*). Der genauere Verlauf des Theilungsprocesses ist nicht bekannt, nur geht aus Stein's Abbildungen hervor, dass der erste Theilungsschritt hier sicher der Länge nach geschieht.

Genauer erkannt sind die Kolonialverhältnisse der Gattung Gonium. Hier besteht jede Kolonie aus vier (G. sociale Dj. sp.), oder 16 (G. pectorale O. F. M.) Einzelindividuen, die in einfacher Schicht zu einer tafelförmigen viereckigen Gruppe zusammengefügt sind (T. 44, 9a—b). Sämmtliche Individuen sind auch hier gleichgerichtet und ziemlich parallel der kürzesten Axe der Tafel, so dass sich alle Geisseln auf der einen Tafelseite finden. Bei der sechzehnzelligen Form divergiren die äusseren Zellen etwas, wodurch die Parallelität der Individuen ein wenig gestört ist. Bei dem vierzelligen G. sociale stehen die vier Individuen einfach so, dass sie die vier Ecken eines Quadrates bilden und die Schalenhülle jedes Individuums hängt mit der der Individuen der Nachbarecken in einer kurzen Strecke seitlich zusammen. Bei G. pectorale wird das Centrum der Tafel aus vier entsprechend geordneten Individuen gebildet, um die sich ein peripherischer Ring von zwölf äusseren legt und zwar so, dass je eines sich an die Mitte der Seiten des inneren Quadrats anreiht, je zwei dagegen sich an seine Ecken anlegen. — Zwischen den einzelnen Individuen finden auch hier ähnliche Membranverbindungen statt, doch erhellt deren Anordnung besser aus der Figur wie durch Beschreibung.

Etwas verschieden lauten die Angaben der Beobachter über eine äussere Gallerthülle der Kolonien; während die älteren und ebenso Cohn dieselbe als einen ziemlich weit abstehenden Mantel beschreiben, leugnen Stein und andere ihre Existenz; doch möchte ich eher glauben, dass sich in dieser Beziehung Verschiedenheiten finden.

Besonderes Interesse verdient die Entstehungsgeschichte der Kolonien, resp. die Fortpflanzungsgeschichte unserer Gonien. Schon O. F. Müller (11) ermittelte dieselbe bei Gon. pectorale recht genau und zahlreiche spätere Beobachter (namentlich Turpin, Ehrenberg, Cohn, Goroshankin, A. Braun und Stein) vervollständigten unsere Kenntnisse derselben. Die Bildung neuer Kolonien geschieht auch hier durch ziemlich gleichzeitigen Zerfall der sämmtlichen Zellen der Mutterkolonie mittels successiver Zweitheilung. Das letztere stellte Cohn zuerst fest. Sicher ist weiterhin nachgewiesen, dass sämmtliche Theilungsschritte in der Längsrichtung geschehen und da dies auch für andere Volvocinen festgestellt ist, so gilt es wahrscheinlich in der ganzen Gruppe. Dies deutet aber wieder auf den nahen Zusammenhang dieser Formen mit den übrigen Flagellaten hin. Sehr einfach vollzieht sich natürlich die Bildung der vierzelligen Kolonie des G. sociale durch zwei successive sich senkrecht kreuzende Längstheilungen.

*) Doch beobachtete Carter (1869) auch Zerfall der Zellen in 32 kleine Sprösslinge, also wahrscheinlich eine Mikrogonidien- resp. Gametenbildung.

Complicirter verläuft der in vier Theilungsschritten stattfindende Entwicklungsprocess der sechzehnzelligen Kolonie des G. pectorale. Die genauesten Beobachtungen hierüber machte Goroshankin und der nebenstehende Holzschnitt versinnlicht besser wie eine Beschreibung die Aufeinanderfolge der Theilungen, welche zu dem sechzehnzelligen Zustand führen. Auch Cohn hatte schon früher eine entsprechende Aufeinanderfolge der Theilungen mehr erschlossen wie beobachtet. Das Resultat des Theilungsactes ist nun ein sechzehnzelliges Täfelchen, in dem die Anordnung der Zellen jedoch etwas von der der erwachsenen Kolonien abweicht, da sie in vier vierzelligen parallelen Reihen dicht nebeneinander liegen. Indem die Zellen sich mehr abrunden und etwas auseinander weichen, tritt erst die für die erwachsenen Kolonien charakteristische Anordnung durch eine geringe gegenseitige Verschiebung derselben hervor. Hierauf verschleimt nach Goroshankin die Schalenhülle der Mutterzelle und bildet den gemeinsamen Gallertmantel der jungen Kolonie, die, wenn sie sich befreit, schon die Hüllmembranen ihrer Individuen deutlich erkennen lässt.

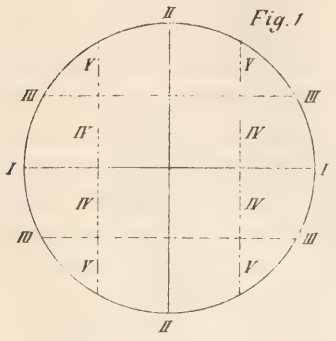


Fig. 1

Erklärung von Fig. 1. Darstellung der aufeinanderfolgenden Theilungsschritte (I—V) der Goniumzelle nach der Schilderung Goroshankin's.

Gegen diese Theilungsfolge der Goniumzelle erklärte sich A. Braun (153), indem er auch hier dieselbe Theilfolge annimmt, welche wir gleich bei Eudorina und Volvox kennen lernen werden. Obgleich sich der sichere Nachweis nicht erbringen lässt, dass Braun hierin Recht hat, so ist doch beachtenswerth, dass Stein einen Theilungszustand abbildet, welchen er zwar nur mit Zweifel zu Gonium pectorale stellt, der jedoch nicht wohl etwas anderes sein kann, und der auf dem achtzelligen Stadium genau die charakteristische Anordnung der Zellen zeigt, die wir bei Eudorina und Volvox finden werden. Es scheint daher zur Zeit noch etwas unsicher, ob die von Goroshankin und Cohn angegebene Theilfolge ganz richtig und die Uebereinstimmung mit den übrigen Volvocinen nicht doch eine innigere ist.

Die nächste Verwandtschaft mit Gonium besitzt die interessante Stephanosphaera. Ihre Kolonien bestehen nur aus acht Individuen, welche ähnlich wie bei Gonium in einer Ebene zusammengestellt sind, jedoch nicht zu einer Platte, sondern zu einem kreisförmigen Ring. Dieser Individuenring hat sich jedoch mit einer sehr deutlichen gemeinsamen Kolonialhülle umkleidet, welche aus Cellulose besteht. Dieselbe ist weit und kuglig und der Ring der acht Individuen liegt dicht unter ihr, im Aequator der Kugel. Die Gestalt der Individuen ist entweder eine mehr kuglige bis ovale und ihr Vorderende dann der Kolonialhülle, durch welche die beiden Geisseln austreten, dicht angelegt, oder es dehnen sich die Individuen parallel der Kugelaxe spindelförmig in die Länge aus und ihre beiden Enden entsenden eine Anzahl verzweigter Pseudopodien, die sich an die Polarregionen der Kolonialhülle befestigen. Letztere Eigenthümlichkeit

verräth jedenfalls sicher, dass bei Stephanosphaera keine Schalenhüllen der Einzelindividuen existiren. Die Vermehrung und Entstehung der Kolonien geschieht wie bei den seither besprochnen Formen durch successive Zweitheilung der Individuen. Die Theilungsfolge schildert Cohn so, dass der vierzellige Zustand durch Auftreten zweier neuer Theilebenen, welche die beiden früheren unter 45° halbiren, regulär in acht strahlig geordnete Zellen zerfalle, doch vermuthet A. Braun wohl nicht mit Unrecht, dass der Vorgang der Achttheilung sich dem der Eudorina näher anschliesse. Die acht Sprösslinge rücken hierauf zu einem jungen Ring auseinander, welcher bald eine ihm zuerst dicht aufliegende und also zunächst tafelförmige Kolonialhülle ausscheidet, die sich später durch Wasseraufnahme kuglig aufbläht.

Hinsichtlich ihrer Bauweise stehen sich die Kolonien der beiden im Folgenden zu beschreibenden Gattungen Pandorina (T. 44, 8a) und Eudorina sehr nahe. Beide bilden kuglige bis ellipsoidische Stöcke, welche in einer gemeinsamen und meist ziemlich derben Kolonialhülle 16—32 über die ganze Kugeloberfläche vertheilte Individuen einschliessen.

Pandorina besitzt meist nur 16 Individuen, welche wie die von Synura gewöhnlich im Centrum der Kolonie zusammenstossen und sich seitlich dicht berühren. Die Zellen scheinen von Specialhüllen umkleidet zu sein, wenn auch der nach Aussen gerichtete Theil der letzteren häufig mit der gemeinsamen Kolonialhülle zusammenzuschmelzen scheint. Bei älteren Kolonien hebt sich nach Stein die Kolonialhülle häufig weiter ab und unter ihr treten secundäre Verdickungsschichten auf. Neue Kolonien bilden sich auch hier durch fortgesetzte Zweitheilung sämmtlicher Kolonialindividuen und werden durch gallertige Aufquellung der Kolonialhülle und der Specialhüllen der Mutterindividuen frei. Noch etwas unsicher erscheint bis jetzt, ob sich die kuglige Pandorinakolonie wie die der Eudorina aus einem goniumförmigen Stadium hervorbildet, doch halte ich dies mit A. Braun für sehr wahrscheinlich.

Eudorina unterscheidet sich von Pandorina wesentlich dadurch, dass ihre Kolonien gewöhnlich 32zellig sind (doch finden sich auch 16zellige, welche sich durch spätere Zweitheilung ihrer Individuen zur 32zelligen Form entwickeln können). Weiterhin ist besonders charakteristisch, dass die Zellen sich weder im Centrum noch seitlich berühren, sondern in mässigen und gleichen Abständen über die Oberfläche der Kolonie vertheilt sind. Ueber ihre Anordnung machte Henfrey (1856) die nicht unwahrscheinliche Angabe, dass sie stets in Parallelkreisen um die häufig auch durch Längsstreckung bezeichnete Axe der Kolonie gestellt sind und zwar bei 16zelligen Kolonien in zwei vierzelligen Polar- und einem achtzelligen Aequatorialkranz, bei 32zelligen Kolonien dagegen in zwei vierzelligen Polar- und drei achtzelligen Aequatorialkränzen.

Von besonderem Interesse ist nun die Neuentstehung der Kolonien durch ziemlich gleichzeitige Theilung der sämmtlichen Kolonialindividuen. Dieser Vorgang wurde ziemlich gleichzeitig von A. Braun und Goroshankin

studirt und übereinstimmend geschildert. Auch hier sind es successive Längstheilungen, welche nach dem vierzelligen Stadium einen interessanten Verlauf nehmen. Die vier ersten Theilzellen furchen sich nämlich nicht durch gleich gerichtete Theilebenen, sondern in den beiden sich gegenüberstehenden Paaren laufen die beiden Theilebenen senkrecht zu einander. Als Resultat dieser Theilung entsteht ein achtzelliger Körper von nebengezeichneter Beschaffenheit (s. Fig. 2 u. 3)*), der aus vier im Centrum sich berührenden Zellen und vier äusseren besteht, welche nicht bis zum Centrum reichen. Die Theilung zu 16 Zellen geschieht nach Goroshankin derart, dass zuerst die vier inneren Kreuzzellen in je eine centrale und eine peripherische Zelle zerfallen und hierauf die vier peripherischen Zellen, wobei deren Theilebenen gleichgerichtet sind mit den Theilebenen der benachbarten Kreuzzellen. Die nebenstehende Figur 3 gibt genaueren Aufschluss über diese Vorgänge. Das Resultat dieses Theilungsprocesses ist eine 16zellige Platte, welche in ihrem Bau ganz der Goniumplatte entspricht. Wie bei den Theilungserscheinungen der Polytoma etc. haben sich die beiden Geisseln der Mutterzelle während dieses Vermehrungsprocesses thätig erhalten und schwinden erst während der jetzt folgenden Processe. Der Uebergang einer solchen Platte in eine kuglige 16zellige Eudorinakolonie vollzieht sich nun nach Braun und Goroshankin dadurch, dass sich ihre Ränder über die Fläche zu krümmen beginnen und endlich sehr rasch, nach Goroshankin „fast momentan" zur Kugel zusammenschliessen.

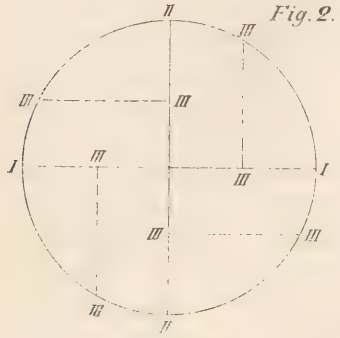


Fig. 2.

Erklärung der Fig. 2. Darstellung der aufeinanderfolgenden drei ersten Theilungsschritte (I—III) der Eudorinazelle, die zum 8zelligen Stadium führen. (Nach Braun und Goroshankin.)

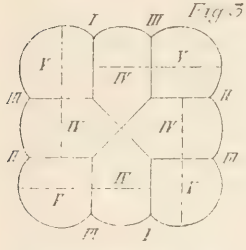


Fig. 3.

Erklärung von Fig. 3. Schematische Darstellung der Entstehung des 16zelligen Zustandes aus dem 8zelligen der Eudorina durch das Auftreten der IV. und V. Theilungsschritte. Die Figur zeigt gleichzeitig die eigenthümliche Anordnung der Zellen des 8zelligen Stadiums; die Theilfurche IV spaltet zunächst die centralen Kreuzzellen in 2 neue, die Furche V die äusseren Zellen. (Nach Goroshankin.)

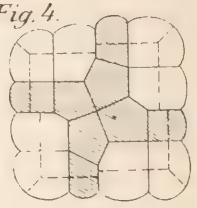
Eine 32zellige Kolonie geht nach Goroshankin aus der eben beschriebenen 16zelligen Platte dadurch hervor, dass die vier centralen Zellen sich unverändert erhalten, dagegen die vier Eckzellen der viereckigen Platte in drei Zellen und ihre beiden Nachbarn in je zwei Zellen zerfallen, wie dies in nebenstehender Figur 4 durch punktirte Linien angedeutet ist. Durch Einkrümmung dieser 32zelligen viereckigen Platte bildet sich dann in

*) Letztere Figur zeigt die definitive Anordnung der acht Zellen, wie sie sich durch gewisse Verschiebungen während des Theilungsprocesses erzeugt.

derselben Weise die kuglige 32zellige Kolonie. Die Zellen der kuglig gewordenen Kolonie wachsen rasch und platten sich gegenseitig polygonal ab, scheiden die gemeinsame Kolonialhülle aus und bilden ihre Specialhüllen. Nach Ausbildung der Geisseln durchbricht die junge Kolonie schliesslich die bis jetzt noch erhaltene, jedoch sehr verdünnte Membran der Mutterzelle, sowie die Kolonialhülle der Mutter und wird frei.

Viel Uebereinstimmung mit Eudorina bietet schliesslich die Gattung Volvox dar, deren sogen. Kolonien jedoch diesen Namen eigentlich nicht mehr verdienen, sondern vielzellige Individuen einfachster Art geworden sind, wie ich mit Goroshankin behaupten muss. Dies spricht sich darin aus, dass die Fähigkeit, neue Kolonien zu erzeugen, auf einzelne Individuen oder Zellen beschränkt ist, die sich schon sehr frühzeitig durch energisches Wachsthum von den übrigen unterscheiden. Die Gattung Volvox gehört daher streng genommen nicht mehr in den Bereich unserer Betrachtung; da dieselbe jedoch auf das allerinnigste mit den seither besprochenen Volvocinen verbunden ist und ihr auch eine isolirte Stellung vorerst nicht angewiesen werden kann, müssen wir sie doch etwas genauer besprechen. Wie gesagt, ist der allgemeine Bau eudorinenartig. Das ansehnliche kugelförmige Wesen wird aus sehr zahlreichen Zellen gebildet, die peripherisch, dicht unter einer gemeinsamen äusseren Mantelhülle in gleichen regelmässigen Abständen liegen (44, 10a–b). Jede Zelle besitzt eine weitabstehende Spezialhülle, deren peripherischer Theil jedoch mit der allgemeinen Kugelhülle und deren seitliche Theile mit denen der sechs in regelmässiger Weise jede Zelle umstehenden Nachbarzellen untrennbar verwachsen erscheinen. Bei der Ansicht auf die Kugelfläche (10b) erscheinen daher die Zellhüllen als regelmässig sechsseitige wabenartige Figuren um sämmtliche Zellenleiber. Besonders charakteristisch für Volvox ist weiterhin, dass das Plasma sämmtlicher Zellen in organischer Verbindung steht, indem von jedem Zellleib sechs Plasmafäden gegen die Mitte der sechs Seiten der Zellhülle ausstrahlen und diese durchbrechend in die entsprechenden Fäden der sechs Nachbarzellen übergehen.

Fig. 4.



Erklär. von Fig. 4. Schemat. Darstellung der Entstehung d. 32zelligen Zustandes der Eudorina aus der 16zelligen Platte der Fig. 3. Die aus den 4 centralen Kreuzzellen der Fig. 2 u. 3 entstandenen 8 Zellen sind durch Schraffirung bezeichnet. Die äussere derselben wird durch die punktirte Furche in 2 zerlegt, die 4 Eckzellen in je 3 und die 4 übrigen Seitenzellen in je 2, wie die punktirten Linien zeigen. (Nach Goroshankin.)

Wie bemerkt, ist die Zahl der Zellen eine ungemein grosse, bleibt jedoch bei dem überhaupt kleineren Volvox minor St. geringer, bei Volvox Globator dagegen steigt sie nach Cohn bis gegen 12,000. Unter den gewöhnlichen Zellen finden sich jedoch noch andere in geringerer Zahl vertheilt, welche sich durch besondere Grösse und Geisselloseigkeit auszeichnen und bei den ungeschlechtlich sich fortpflanzenden Generationen als sogen. Parthenogonidien die neuen Kolonien hervor-

bringen, bei den geschlechtlichen Generationen dagegen entweder als Eier oder als Samenmutterzellen functioniren. Zunächst interessiren uns hier nur die Parthenogonidien der ungeschlechtlichen Generation.

Dieselben sind rundliche Zellen, welche zwischen den gewöhnlichen Zellen vertheilt sind und sie schon frühzeitig an Grösse sehr übertreffen. Doch schwankt einerseits die Zahl derselben wie ihre Grösse bei den verschiedenen Volvoxarten. Während bei Volvox Globator und Carteri sehr regelmässig acht Parthenogonidien vorhanden sind, ist ihre Zahl bei V. minor nach Stein ziemlich schwankend, meist finden sich vier, doch gelegentlich auch zwischen einer bis acht. Die Parthenogonidien der letzteren Form, wie des V. Carteri übertreffen die des V. Globator an Grösse sehr, bei V. minor erreichen sie etwa den fünffachen Durchmesser der gewöhnlichen Zellen, bei V. Globator dagegen nicht viel mehr wie den doppelten. Die ansehnliche Grösse der Parthenogonidien bedingt, dass sie tiefer wie die übrigen Zellen ins Innere des Centralraums der Kolonie hineinhängen.

Hinsichtlich der Vertheilung dieser Parthenogonidien über die Oberfläche des Volvox finden sich einige interessante Angaben von Cohn und Carter. Der erstere berichtete 1856, dass die Parthenogonidien stets auf eine Hemisphäre der Volvoxkugel beschränkt seien. Carter dagegen fand bei Volvox Globator und Carteri stets ein Viertel der Kugeloberfläche frei von denselben. Die meisten Beobachter schweigen über diesen Punkt und scheinen daher eine gleichmässige Vertheilung über die gesammte Oberfläche anzunehmen.

Die Entwicklung junger Volvoxindividuen aus den Parthenogonidien hebt gewöhnlich schon sehr frühzeitig, bei Volvox Globator schon kurz nach der Geburt des Individuums an und geschieht auch hier, was schon Ehrenberg constatirte, durch fortgesetzte Zweitheilung. Dabei wächst jedoch der junge sich entwickelnde Volvox rüstig weiter, so dass gegen das Ende der Entwicklung sein Durchmesser $^1/_4$ (V. Globator) bis $^2/_5$ (V. minor) desjenigen des Mutterorganismus beträgt.

Je mehr die sich entwickelnden jungen Individuen heranwachsen, desto tiefer hängen sie in den Centralraum der Mutter hinein, noch umschlossen von der Hülle der Parthenogonidien. Gegen das Ende der Entwicklung hebt sich dieselbe von dem jungen Volvox mehr ab und derselbe durchbricht sie schliesslich, nachdem seine Zellen Geisseln entwickelt haben und gelangt in die Centralhöhle der Mutter. Endlich wird die Wand der Mutterkugel gesprengt und die Töchter treten aus*).

*) Wills (Midland Naturalist Septbr.—Octbr. 1880) gibt an, dass die Oeffnung zum Austritt der Tochterindividuen sich stets an einer bestimmten Stelle der Mutterkugel bilde und zwar an demjenigen Pol derselben, welcher bei der Bewegung das hintere Ende darstellt. Der Durchmesser der Oeffnung sei bei Volvox Globator kleiner wie der der Tochterkugeln und die e würden mit einer ziemlichen Gewalt aus der Geburtsöffnung herausgeschleudert. Erst nach einigen Minuten der Ruhe begännen sie dann ihre Bewegung.

Der Theilungs- oder Furchungsprocess der Parthenogonidien nimmt auch hier unsere Aufmerksamkeit noch in Anspruch. Es lässt sich nämlich sehr wahrscheinlich machen, dass derselbe ganz dem der Eudorina entspricht. Demnach sind die Theilungen zunächst sämmtlich Längstheilungen, was gegenüber der Darstellung Cohn's (1876) bemerkenswerth ist. Die beste Schilderung der Furchung verdanken wir auch hier Goroshankin, dessen Beobachtungen ich durch einige eigene zu ergänzen in der Lage bin. Weiterhin wird jedoch der Process noch aufgeklärt durch die Beobachtungen Kirchner's über die Theilungsfolge bei der Entwicklung des befruchteten Volvoxeis, da letzterer Vorgang wesentlich derselbe ist, wie der erstere. Auf die Viertheilung folgt auch hier der charakteristische bei Eudorina beschriebene achtzellige Zustand mit den kreuzförmig geordneten vier inneren Zellen (T. 45, 1 h). Schon auf diesem Zustand tritt aber bei Volvox die Zusammenkrümmung zur Kugelgestalt auf, indem sich die vier peripherischen Zellen etwas unter die Kreuzzellen schieben, doch bleibt zwischen ihnen stets eine centrale ziemlich weite Lücke. Im sechzehnzelligen Zustande (45, 1 i) ist die kuglige Bildung schon weit deutlicher ausgesprochen, wir finden vier obere centrale Zellen, welche den vier Centralzellen der sechzehnzelligen Eudorinaplatte entsprechen, hierauf einen aequatorialen Ring von acht Zellen, die den vier Paar Eckzellen (s. Fig. 4 p. 775) des Eudorinaplättchens entsprechen dürften und vier untere Zellen, die mit den oberen alterniren und daher die vier Seitenzellen der Eudorinatafel repräsentiren. Das Loch zwischen den letztgenannten vier Zellen ist deutlich vorhanden und eine Centralhöhle der Kugel schon ausgebildet. Die weitere Theilungsfolge wurde bis jetzt nicht genauer verfolgt; durch weitere Längstheilungen der sechzehn Zellen (ob sämmtlicher erscheint etwas fraglich) erhöht sich die Zellenzahl. Die Zellen schliessen sich mehr und mehr zur Kugelwand zusammen und deren Centralhöhle erweitert sich stetig. Die untere Oeffnung der Kugel erhält sich jedoch bis zum Ende der Entwicklung (T. 45, 1 k) und schliesst sich erst kurz vor der Bildung der Cilien; ja bei der Entwicklung des Volvox aus dem Ei, sah Kirchner zuweilen die Oeffnung noch an jungen freigewordenen Individuen nicht gänzlich geschlossen.

Die Oeffnung scheint stets gegen die Oberfläche der Mutter gekehrt zu sein und schon Ehrenberg bemerkte sie. Nach Schluss der Kugel scheidet dieselbe auf ihrer Oberfläche die Mantelhülle aus und gleichzeitig scheinen sich auch die Hüllen der Zellen zu bilden. Erst nach der Befreiung der jungen Volvoxindividuen rücken jedoch die bis jetzt noch dicht zusammengelagerten Zellen auseinander. Schon zuvor haben sich aber die Parthenogonidien differenzirt, indem gewisse Zellen stark hervorwuchsen. Es lassen sich dieselben daher schon vor der Geburt deutlich erkennen.

Stein zeichnet in der Entwicklung der Parthenogonidien des Volvox minor deutlich ein achtzelliges, ringförmiges Stadium, dessen reelle Existenz jedoch nach dem früher Gesagten sehr zweifelhaft scheint. Nicht immer

scheint die freigewordene Volvoxkugel ihre definitive Zellenzahl schon erreicht zu haben, wenigstens beobachtete Stein selbst beim erwachsenen Volvox minor zuweilen noch Vermehrung einzelner Zellen durch Längstheilung.

Die im Vorstehenden versuchte Schilderung der Kolonien der Volvocinen zeigt, dass dieselben eine deutlich ausgesprochene phyletische Entwicklungsreihe darstellen, welche von relativ einfachen Anfängen zu hoher Ausbildung führt.

Zum Beschluss unserer Besprechung der Volvocinenkolonien betonen wir noch, dass wenigstens bei Gonium pectorale häufig einzelne Individuen die Kolonie verlassen und als Chlamydomonas ähnliche Wesen frei umherschwärmen. Auf solche Weise können sich ganze Goniumkolonien auflösen. Obgleich a priori nicht unwahrscheinlich, ist doch bis jetzt nicht erwiesen, dass solche isolirten Individuen durch Theilung wieder neue Kolonien zu erzeugen vermögen, vielmehr scheint es nach den Untersuchungen Cohn's, dass sie zunächst in einen encystirten Dauerzustand übergehen. Auch bei Pandorina schildert Stein isolirte Individuen, welche im beweglichen Zustande durch successive Theilungen wieder zu Kolonien werden sollen, doch liegt die Möglichkeit vor, dass dieselben aus Zygoten hervorgingen; auch scheint mir ihre Zugehörigkeit zu Pandorina überhaupt nicht ganz sicher erwiesen.

d) Copulationserscheinungen (geschlechtliche Fortpflanzung) und ihre Folgen. In keiner Abtheilung der Protozoa tritt die grosse Bedeutung der copulativen Processe bis jetzt klarer hervor und zeigen dieselben eine so auffallende Annäherung an die Befruchtungserscheinungen der Metazoën und zahlreicher niederer Pflanzen, wie in der Klasse der Flagellaten; dennoch ist es bis jetzt nur bei einer beschränkten Zahl derselben möglich gewesen, die Copulation zu erweisen. Bei der grossen Abtheilung der Euglenoidinen fehlt bis jetzt jede Nachricht über Copulation*), dagegen ist dieselbe äusserst verbreitet unter den Chlamydomonadinen und Volvocinen und wurde in mehreren Fällen auch unter den Monadinen und Bodoninen constatirt. Es hängt von allgemeinen Vorstellungen über die Bedeutung der Copulationserscheinung ab, welchen Werth man heutzutage dem mangelnden Nachweis derselben bei zahlreichen Formen und speciell bei den so häufig und eingehend untersuchten Euglenoidinen zuschreiben will. Ich persönlich neige mich der Ansicht zu, dass die Bedeutung dieser Vorgänge im Leben der Organismen eine so allgemeine und tiefgreifende ist, dass zur Zeit aus ihrer Nichtbeobachtung bei gewissen Abtheilungen noch kein Schluss auf ihren völligen Mangel gezogen werden darf.

Die genauesten Aufschlüsse über diese Vorgänge besitzen wir bei den

*) Auch die neuerdings wieder von Kent angegebene Copulation der Euglena viridis erscheint gegenüber den negativen Erfahrungen von Klebs ganz zweifelhaft.

erwähnten Phytomastigoden, wogegen die Untersuchungen über die Monadinen und Bodoninen häufig noch viel Unsicheres enthalten.

Da jedoch die hierher gehörigen Erscheinungen der letzteren im Ganzen eine gewisse Einfachheit darbieten, so beginnen wir unsere Betrachtung mit denselben.

Bei gewissen kleinen Bodonen und Monaden finden sich Copulationserscheinungen im geissellosen amöboiden Zustande. Dieses Verhalten constatirte zuerst Cienkowsky (95, 107, 115) bei dem hinsichtlich seiner Ernährungsweise schon früher geschilderten Bodo angustatus Duj. Im Amöbenzustand fliessen häufig mehrere Individuen desselben zu einer Art Plasmodium zusammen, welches hierauf in einen mit einfacher Cystenhaut versehenen Ruhezustand übergeht. Nach Ausscheidung der unverdauten Nahrungsreste zerfällt hierauf der encystirte Körper, wie es scheint simultan, in sehr zahlreiche kleine Sprösslinge (T. 46, 6k), die sich in Gestalt des Mutterorganismus wieder befreien (T. 46, 6i).

Die Copulation ist jedoch hier, wie bei zahlreichen Sporozoen eine facultative, d. h. es können auch die Einzelwesen in diesen Ruhe- und Vermehrungszustand übergehen. Dennoch dürfen wir auch hier die Bedeutung der Copulation nicht unterschätzen, angesichts der nahen Beziehungen zu den besser ausgesprochenen Formen derselben. Auch Kent bestätigte die Copulation und Sprösslingbildung des Bodo angustatus. Bei der solitären Ruhezustandsbildung sollen sich nach ihm jedoch nur vier Sprösslinge entwickeln.

Copulation will Kent auch bei zwei weiteren Bodonen beobachtet haben, zunächst seiner Heteromita Lens (= ? Bodo globosus St.). Auch hier soll die Zygote zu einer kugligen, dünnschaligen Cyste werden, in der sich sehr zahlreiche kleine Sprösslinge entwickeln. Die letzteren gehen nach ihm ursprünglich eingeisselig aus der Zygote hervor und entwickeln sich erst, allmählich heranwachsend, zu der zweigeisseligen Form. Auch bei Bodo caudatus will unser Forscher Copulation gesehen haben, und deutet auch das von Stein geschilderte Fressen eines Individuums durch ein anderes als Copulation, was mir jedoch entschieden unrichtig erscheint.

Eine gewisse Uebereinstimmung mit den ebengeschilderten Vorgängen besitzen die Copulationserscheinungen, welche Dallinger und Drysdale von einer Cercomonas (wahrscheinlich C. longicauda Duj.) schildern (145). Nachdem diese Form sich zwei bis vier Tage durch Zweitheilung vermehrt hat, treten zuerst Copulationserscheinungen auf. Die Flagellaten gingen, ohne den Schwanztaden und die Geisseln zu verlieren, in einen amöboiden Zustand über und copulirten schliesslich paarweise (T. 39, 12b). Dabei bilden sich die Körperanhänge zurück und eigenthümlicher Weise sollen zuerst die lappenförmigen Pseudopodien zu einer einheitlichen Masse verschmelzen, in welcher die beiden Körper noch deutlich zu erkennen sind (12c). Schliesslich verschmelzen auch die Körper völlig und das Copulationsproduct bildet sich zu einer dünnhäutigen kugligen Cyste um (12d). Dieselbe bricht nach einiger Zeit auf und entlässt eine ungeheuere Menge feinster Körnchen (12e), d. h. die Sporen nach der Ansicht der Verfasser. Die Entwickelung dieser Sporen zur ausgebildeten

Form, wollen D. und Dr. Schritt für Schritt verfolgt haben. Die Körnchen beginnen zu wachsen und zeigen nach neun Stunden die erste Spur der Geissel und des Schwanzfadens, um nach weiteren drei Stunden auf dem reifen, theilungsfähigen Stadium angelangt zu sein.

Dallinger und Drysdale (145 u. 168) haben nun den Copulationsprocess noch bei folgenden Formen studirt: dem Tetramitus rostratus, zwei Bodonen (der sogen. Häkchenmonade, sehr ähnlich dem Bodo caudatus, und der sogen. springenden Monade, sehr ähnlich dem Bodo saltans)', ferner der sogen. Monas Dallingeri und der eigenthümlichen dreigeisseligen Dallingeria Drysdali. Bei den Copulationsprocessen dieser Formen zeigt sich nun meist die Eigenthümlichkeit, dass die beiden verschmelzenden Individuen in gewisser Hinsicht ungleich sind, d. h. dass sie entweder in der Grösse differiren oder eine verschiedene Herkunft besitzen. Nur bei Tetramitus rostratus liess sich keinerlei Differenz der copulirenden Individuen nachweisen. Im anderen Falle dagegen liegt es natürlich nahe, die Unterschiede der copulirenden Gameten auf eine geschlechtliche Differenzirung in ovoide und spermoide Individuen zu beziehen, wozu wir um so mehr Berechtigung besitzen, da bei den später zu betrachtenden Phytomastigoden eine solche Differenzirung zuweilen ganz zweifellos hervortritt. Vor der Copulation tritt bei dem Tetramitus rostratus deutlich eine halbamöboide Beschaffenheit der Individuen auf, so dass deren hintere Körperhälften eine Art papillöse Beschaffenheit annehmen. Auch sollen sich die Nuclei beträchtlich vergrössern sowie die Pulsationen der contractilen Vacuolen viel energischer werden; gleichzeitig trete eine auffallende Gefrässigkeit dieser Individuen ein. Dann copuliren die beiden Individuen zunächst mit den Hinterenden (T. 45, 13e) und verschmelzen hierauf successive von hinten nach vorn völlig. Auch die beiden Nuclei vereinigen sich und die contractilen Vacuolen sollen zu einer zusammentreten, was auf Grund der Erfahrungen bei anderen Flagellaten sehr zweifelhaft erscheint. Die Copulation der Nuclei dagegen ist jedenfalls ein allgemein verbreiteter Vorgang, da D. und Dr. sie auch bei Bodo (?) saltans und bei Dallingeria Drysdali beobachten konnten und dieselbe ebenso bei der Copulation der Phytomastigoden mehrfach beobachtet wurde. Das Resultat des Copulationsactes des Tetramitus rostratus ist die Bildung einer ruhenden kugligen encystirten Zygote.

Die Vereinigung der Gameten mit dem Hinterende constatirten unsere Forscher auch bei Bodo (?) saltans. Doch herrscht nach ihnen hier eine Differenz der beiden Individuen, indem das eine eines der gewöhnlichen, mit der Schleppgeissel festgehefteten und durch Längstheilung entstandenen sei, wogegen das andere durch eigenthümliche Quertheilung aus einem freischwimmenden Thier hervorgegangen sein soll. Nach völliger Verschmelzung der beiden Körper bildet die noch mit den vier Geisseln versehene Zygote einen stumpfdreieckigen Körper; hierauf schwinden die Geisseln und die Zygote geht durch Ausscheidung einer zarten Cystenhaut in einen ruhenden Zustand über, dessen weitere Entwicklung später

besprochen wird. Bei Bodo (?) caudatus, Monas Dallingeri (40, 5 h) und Dallingeria Drysdali (46, 12 e) legen sich die copulirenden Individuen seitlich an einander und schwimmen in dieser Weise noch längere Zeit umher; bis sich dann die Verschmelzung allmählich vollzieht. Bei den beiden ersterwähnten Formen sind die copulirenden Individuen jedoch von ungleicher Grösse und daher tritt, wie dies unter solchen Umständen gewöhnlich, ein allmähliches Zusammenfliessen des Körpers des kleineren (spermoiden?) Individuums mit dem grösseren (ovoiden?) ein*). Wenngleich nun auch bei der Dallingeria Drysdali die beiden Gameten dieselbe Grösse besitzen, sollen sie doch sonst sehr ungleich sein (T. 46, 12 e). Die eine derselben ist nur eingeisselig, während die andere die gewöhnlichen drei Geisseln besitzt. Die ersterwähnte Gamete entstand aus einem gewöhnlichen Individuum in der Weise, dass dessen beide hinteren Geisseln allmählich zusammenschrumpften und schliesslich ganz eingezogen wurden (T. 46, 12 d). Gleichzeitig bildete sich ein feingranuläres Band in der Aequatorialregion des Körpers aus. Auch soll sich der Nucleus des so umgestalteten Thieres ungemein vergrössern. Nachdem nun die copulirten Gameten etwa $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden zusammen umhergeschwommen sind, zieht auch die dreigeisselige ihre beiden seitlichen Geisseln ein und die Verschmelzung geschieht. Dabei sollen sogar die beiden vorderen Geisseln miteinander verschmelzen. Schliesslich schwindet die Geissel der Zygote und letztere geht in einen etwa spindelförmigen encystirten Ruhezustand über (46, 12 f).

Das Resultat des Copulationsprocesses des Bodo (?) caudatus und der Monas Dallingeri ist eine ruhende zarthäutige kuglige Zygote (T. 46, 56; 40, 5 i) und bei der ersteren Form werden die Geisseln bei dem Uebergang in diesen Zustand jedenfalls abgeworfen, nicht eingezogen.

Die Weiterentwicklung der ruhenden Zygoten schildern die Verf. sehr übereinstimmend und nur bei Bodo caudatus in einer Weise, welche sich dem anschliesst, was wir von anderen Protozoën und von den Phytomastigoden kennen. Bei dieser Form (T. 46, 56—e) zerfällt nämlich der Inhalt der Zygote durch regelmässig fortschreitende Zweitheilung in eine sehr grosse Zahl kleiner ovaler Sprösslinge, die sich sehr bald in der Zygotenhülle lebhaft bewegen und dieselbe schliesslich durchbrechen und frei werden. Zunächst sollen sie nur die hintere grössere Geissel besitzen, nach weiterem Wachsthum gesellt sich hiezu auch die vordere hakenförmige Geissel und bald ist die Bildung der reifen Form erreicht.

Bei sämmtlichen übrigen beobachteten Formen fanden die Beob-

*) Auch bei Monas Guttula sucht Stein eine Copulation zwischen kleinen und grossen Individuen wahrscheinlich zu machen, jedoch ist die Deutung der gesehenen Zustände bis jetzt sehr unsicher. Bei seiner mit Monas jedenfalls identischen Gattung Physomonas schliesst dagegen Kent auf Copulation gleich grosser festsitzender Thiere daraus, dass er zuweilen encystirte Dauerzustände fand (T. 41, 2 c), die auf zwei Stielen befestigt waren, d. h. den beiden Stielen der wahrscheinlich copulirten Individuen (vergl. hierüber auch bei der Besprechung der Dauerzustände).

achter durchaus nichts von einem Theilungsprocess des Zygoteninhalts, dagegen öffnete sich auch hier nach Verlauf einiger Stunden die Zygotenhülle an einer oder mehreren Stellen und eine eiweissartige schleimige Masse trat aus, die gewöhnlich eine ungeheure Menge äusserst feiner Körnchen enthielt. Bei der dreieckigen Zygote des Bodo saltans öffnen sich gewöhnlich die drei Ecken, bei der spindelförmigen der Dallingeria Drysdali die beiden Enden. Die kugligen Zygoten der übrigen reissen an einer Stelle unregelmässig auf (T. 40, 5 k). Bei der Zygote des Tetramitus dagegen wurde keine deutliche Oeffnung in der Cyste beobachtet, wenngleich auch hier aus derselben unzählige kleine Körnchen hervortraten. Diese minutiösen Körnchen betrachten unsere Beobachter nun als Sporen, wie dies schon oben bei der Cercomonas angegeben wurde. Dieselben sollen unter Umständen so klein sein, dass sie für unsere besten optischen Hilfsmittel unerreichbar sind, denn bei der Monas Dallingeri trat aus der Zygote eine nichtgranuläre eiweissartige Masse aus, die unsichtbare Sporen enthalten soll, da Verf. die Entwicklung junger Wesen aus derselben beobachtet haben wollen.

Bei allen beobachteten Formen wollen nämlich Dallinger und Drysdale die Weiterentwicklung dieser Sporen genau verfolgt haben und dieselbe umfasste gewöhnlich einen Zeitraum von mehreren Stunden. Zunächst beginnen die Sporen zu wachsen und nehmen allmählich eine Gestalt an, welche sich der des Mutterorganismus nähert. Dann machen sich die Geisseln bemerklich, die manchmal zunächst unbeweglich sind und auch bei mehrgeisseligen Formen successive auftreten können. So bildet sich bei dem Bodo (?) saltans zuerst die hintere Geissel, bei Tetramitus rostratus sieht man zunächst zwei bis drei Geisseln, später erst die volle Vierzahl. Ebenso treten auch Kern und contractile Vacuole erst im weiteren Verlauf der Sporenentwicklung hervor. Bei der Entwicklung der schleimigen Masse, welche aus der Zygote der Monas Dallingeri entleert wird, sollen zuerst feinste Pünktchen auftreten, die früher unsichtbaren, jetzt durch Wachsthum sichtbar gewordenen Sporen und diese sich dann weiter entwickeln.

Obgleich nun diese Angaben unserer Forscher über die Sporenentwicklung ungemein bestimmt lauten und die successiven Entwicklungsschritte durch zahlreiche Abbildungen illustrirt sind, halte ich dieselben doch noch für sehr bestätigungsbedürftig. Directe Einwände lassen sich zur Zeit kaum gegen dieselben erheben, da es an anderweitigen gesicherten Beobachtungen mangelt. Dagegen können wir indirect wohl einige Zweifel erheben, wenn wir zu zeigen vermögen, dass bei einer anderen Form, welcher die englischen Forscher eine ähnliche Sporenentwicklung zuschreiben, sicher ein Irrthum vorliegt. Diese Form ist die vielverbreitete Chlamydomonadine Polytoma. Auch bei dieser beobachteten Dallinger und Drysdale die Bildung umhüllter ruhender Zygoten, in welchen nach einiger Zeit eine vibrirende oder wogende Bewegung auftreten soll. Hierauf breche die Hülle auf und aus der Zygote trete eine wolkige Masse aus, die zahlreiche punktförmige Sporen enthalte. Auch diese Sporen sollen sich nun wieder zu Polytomen entwickeln.

Wir werden nun aber gleich sehen, dass dieser angebliche Entwicklungsgang der Polytomazygote sicherlich irrig ist, da wir über denselben neue gründliche Untersuchungen

besitzen, deren Richtigkeit auch daraus erhellt, dass sie mit den zahlreichen Erfahrungen bei den übrigen Chlamydomonadinen aufs Beste harmoniren. Sind wir einerseits durch diese jedenfalls unrichtigen Beobachtungen über die angebliche Sporenentwicklung der Polytoma berechtigt, auch die ähnlichen Angaben unserer Forscher für andere Formen etwas zu bezweifeln, so wird diese Empfindung noch bestärkt durch die kritische Betrachtung eines weiteren Fortpflanzungsprocesses, den sie Polytoma ausserdem zuschreiben. Wie wir früher erfahren haben, enthält diese Flagellate gewöhnlich ansehnliche Mengen Stärkekörner, die im Hinterende meist besonders reichlich angehäuft sind. D. und Dr. wollen nun beobachtet haben, dass die Polytomen zuweilen diese Körner (deren Amylumnatur sie nicht kennen) am Hinterende entleeren. In den ausgestossenen Körnern sollen nach einiger Zeit sehr kleine Punkte oder Flecken (bis 70) auftreten, die sich allmählich vergrösserten. Hierauf beginnen diese Punkte eine schwingende Bewegung und schlüpfen schliesslich aus, um sich als bacterienartige Körperchen weiter zu bewegen. Letztere vergrössern sich rasch und seien in 4—5 Stunden zu normalen Polytomen herangewachsen.

Es dürfte nun kaum einem Zweifel unterworfen sein, dass dieser angebliche Fortpflanzungsprocess durchaus irrig ist, was neuerdings auch Balbiani hervorhob (199), und dies erhöht naturgemäss unsere Zweifel an der Zuverlässigkeit der übrigen mit ähnlicher Bestimmtheit vorgetragenen und abgebildeten Beobachtungen Dallinger's und Drysdale's.

Zu den noch zweifelhaften Copulationsvorgängen müssen wir auch den von Kent bei den Uroglenakolonien beschriebenen Sporenfortpflanzungsprocess rechnen. Zwischen den gewöhnlichen Individuen der Kolonien beobachtete Kent zuweilen runde, sehr hartschalige Cysten, welche er deshalb mit einigem Recht als Zygoten beansprucht, weil ihre Grösse die der gewöhnlichen Individuen mehrfach übertraf. Der Inhalt dieser Cysten bestand bald aus grösseren (T. 42, 5c) bald aus kleineren sporenartigen Körperchen (Makro- oder Mikrosporen Kent's). Kent vermuthet, dass diese Cysten beim Absterben der Kolonien frei würden. Da jedoch bis jetzt die Weiterentwicklung der sporenartigen Elemente dieser Cysten nicht verfolgt wurde, so bleibt es vorerst noch zweifelhaft, ob sie in den Entwicklungskreis der Uroglena gehören.

Copulationserscheinungen der Chlamydomonadinen. Bei sämmtlichen hierher gehörigen Formen (mit Ausnahme der Gattung Haematococcus und der bis jetzt sehr wenig untersuchten Coccomonas) kennt man Copulation. Es scheint mir daher recht wahrscheinlich, dass auch Haematococcus entsprechende Vorgänge zeigt. Vielleicht deuten sogar die von Cohn und Wichura (1857) beobachteten viergeisseligen Mikrogonidien dieser Form auf Copulation hin, obwohl dies nicht ganz sicher ist, da gleichzeitig auch entschiedene Zwillingszustände beobachtet wurden und die viergeisseligen Formen daher auch auf unvollständiger Theilung beruhen könnten*).

Bei fast sämmtlichen Vertretern unserer Familie vollziehen sogen. Mikrogonidien die Copulation, sei es, dass dieselben sich unter einander

*) Die von Velten (136) beschriebene Copulation der Haematococcusschwärmer mittels der Hinterenden halte ich mit Rostafinski (137) für irrthümlich, hervorgerufen durch Beobachtung von Haematococcuszellen, welche von dem Bodo angustatus ausgesaugt wurden (s. p. 697). Velten hielt den Bodo für die weibliche Gamete, in welche das Plasma der männlichen (d. h. der Haematococcuszelle) allmählich herübertrete.

copuliren oder sei es, dass sie sich mit grösseren, den gewöhnlichen ähnlicheren Individuen vereinigen. Im letzteren Falle ist denn schon eine Annäherung an die Differenzirung ovoider und spermoider Individuen gegeben, wie sie die höheren Volvocinen so deutlich zeigen, doch scheint bei keiner Chlamydomonadine eine sehr ausgesprochene Differenz der Gameten vorhanden zu sein.

Nur bei der Gattung Polytoma scheint es nach den Untersuchungen von Krassilstschik nie zur Bildung von Mikrogonidien zu kommen, sondern die Gameten sind Sprösslinge, welche durch gewöhnliche Viertheilung entstehen, nachdem die Vermehrung durch Theilung in der früher beschriebenen Weise etwa 4—6 Tage seit dem Hervorgehen der Polytomen aus dem ruhenden Zygotenzustand fortgesetzt stattgefunden hat. Da jedoch die Paarung dieser Gameten, welche sich durch keinerlei wesentliche Merkmale von den gewöhnlichen Polytomen unterscheiden, meist schon wenige Stunden nach ihrem Austritt aus der Mutterhülle geschieht, so sind sie, wenngleich etwas herangewachsen, doch meist kleiner wie die erwachsenen Formen. Trotzdem ereignet es sich auch, dass die Gameten vor der Copulation zu völliger Grösse auswachsen und sich nun erst unter einander oder auch mit nicht ausgewachsenen kleineren Gameten copuliren. Im Anschluss an Krassilstschik dürfen wir in letzterem Fall gewiss nicht eine Vereinigung ovoider und spermoider Individuen sehen, sondern müssen auf Grund der dargelegten Verhältnisse zugeben, dass bei Polytoma eine solche Differenzirung noch nicht eingetreten ist.

Für die geringe Differenzirung der Gameten der Polytoma spricht weiterhin die durch den russischen Forscher gleichfalls festgestellte Erscheinung, dass dieselben unter Umständen auch wieder zur gewöhnlichen Vermehrung durch Theilung übergehen können und dass dann erst ihre Nachkommen zur Copulation schreiten.

Bei den übrigen Chlamydomonadinen sind es (soweit die Untersuchungen jetzt reichen) stets Mikrogonidien, welche sich copuliren oder es ist doch die eine der Gameten eine Mikrogonidie, welche dann gewöhnlich gegenüber der andern grösseren als die männliche oder spermoide betrachtet wird. Trotz dieses Grössenunterschiedes der copulirenden Gameten ist es aber manchmal sehr wenig sicher, ob man berechtigt ist, eine wirkliche geschlechtliche Differenz derselben anzunehmen, ja die Grössenunterschiede mögen nicht selten auf ähnlicher Ursache beruhen wie bei der Polytoma. So gibt z. B. Rostafinski an, dass die copulirenden Mikrogonidien der Carteria häufig sehr verschiedener Grösse seien, doch lasse sich durchaus kein weiterer Unterschied und damit auch keine geschlechtliche Differenz feststellen.

Bei Chlorogonium copuliren ebenfalls nur gleiche Mikrogonidien und dies gilt sicher auch für gewisse Chlamydomonasformen, so den Chl. rostratus nach Goroshankin. Etwas widersprechend lauten in dieser Beziehung die Angaben der Beobachter über den gewöhnlichen Chl. pulvisculus. Nach Goroshankin sollen sich hier spermoide Mikrogonidien (welche

durch Achttheilung entstehen) und grössere ovoide Gonidien (die durch Zwei- bis Viertheilung entstanden) copuliren. Dagegen behauptet Reinhardt, dass sich nur Mikrogonidien copuliren, bemerkt jedoch nichtsdestoweniger ebenfalls gewöhnlich einen recht ansehnlichen Grössenunterschied zwischen den sich vereinigenden Gameten. Auch fasst er wie Goroshankin die grösseren als weibliche, die kleineren als männliche auf, zwischen welchen jedoch alle möglichen Grössenübergänge zu beobachten seien. Es ist mir daher nicht wohl möglich eine so grosse Differenz zwischen den Beobachtungen Goroshankin's und Reinhardt's zu erkennen, wie Letzterer meint, und wir dürfen es für sicher halten, dass sich bei Chl. pulvisculus im Allgemeinen ein ziemlicher Grössenunterschied der Gameten findet. (Nur einmal beobachtete Goroshankin jedoch auch die Copulation zweier kleiner Mikrogonidien.)

Eine ähnliche, aber noch ausgesprochenere Grössendifferenz der Gameten beobachtete Carter (1858) bei Phacotus lenticularis, gleichzeitig die erste Nachricht über die Copulationserscheinungen unserer Familie. Die grössern ovoiden Individuen (T. 44, 3f) entstehen hier durch Zwei- bis Viertheilung in der früher beschriebenen Weise, die kleinen spermoiden dagegen durch 64theilung.

Der Copulationsact selbst gestaltet sich bei allen Formen, wo er eingehender verfolgt wurde, in übereinstimmender Weise. Die Gameten vereinigen sich nämlich mit ihren Vorderenden.

Die einzige Ausnahme von dieser Regel will Schneider (1878) bei Chlamydomonas pulvisculus beobachtet haben und ähnliche Zustände bildet auch Stein ab. Schneider sah gleich grosse Individuen zuerst mit den Hinterenden sich vereinigen und allmählich vollständig verschmelzen. Auch Stein bildet eine ganze Reihe ähnlicher Stadien successiver Verschmelzung ab. Doch ist es zunächst schwierig, dieselben ohne Beschreibung richtig zu beurtheilen, und Stein hat anderseits mehrfach Theilungs- resp. Zwillingszustände irrig als Conjugationszustände beansprucht. Gegenüber den bestimmten Angaben Schneider's ist es kaum möglich, das Vorkommen solcher Copulation zu leugnen, doch bedarf die Angelegenheit immerhin erneuter Untersuchung.

Die Vereinigung der Gameten mit den ungefärbten Stellen der Vorderenden muss jedenfalls unter stellenweiser Auflösung der Hüllen stattfinden, da nach der übereinstimmenden Angabe fast sämmtlicher Beobachter auch die Gameten mit Hüllen versehen sind. Dabei legen sich die Gameten entweder ziemlich gleich gerichtet dicht neben einander, so bei Chlorogonium (T. 44, 1 d) und vielleicht auch noch anderen Formen, oder sie stellen sich gegeneinander, so dass ihre Axen in eine Linie fallen und das beginnende Copulationsprodukt eine etwa bisquitförmige Gestalt besitzt (T. 43, 7a). Allmählich schreitet nun die Verschmelzung weiter fort, wobei wieder eine wenigstens theilweise Auflösung der Hüllen stattfinden muss, bis schliesslich eine einheitliche Zygote (oder Zygospore) gebildet

ist. Die letztere ist fast stets an den noch erhaltenen vier Geisseln, den beiden Augenflecken und den noch erhaltenen contractilen Vacuolen der beiden Gameten leicht kenntlich.

Nur bei Chlamydomonas pulvisculus verläuft die Copulation nach Goroshankin's Beobachtungen, welche durch Stein'sche Abbildungen bestätigt werden, häufig etwas anders. Wir sagen häufig, da später Reinhardt den Copulationsprocess dieser Form wieder mehr in der gewöhnlichen Weise schilderte, woraus dann hervorzugehen scheint, dass hier wahrscheinlich ein etwas wechselndes Verhalten herrscht. Wie früher bemerkt, sind die copulirenden Gameten von Chl. pulvisc. in ihrer Grösse stets wesentlich verschieden und die kleine oder spermoide, wie wir sie ja mit gewissem Recht schon bezeichnen dürfen, verhält sich nun auch nach Goroshankin's Darstellung einem Spermatozoid ähnlich. Nach ihrer Vereinigung mit der grössern ovoiden Gamete in der früher geschilderten Weise (T. 43, 7a—b) kriecht ihr Plasmakörper allmählich aus seiner Hülle in die der ovoiden Gamete herüber, deren Plasma sich in den Grund der Hülle zurückgezogen hat. Hierauf fliesst das Plasma der kleinen Gamete unter deutlichen amöboiden Bewegungen zu dem der grösseren hin und verschmilzt damit allmählich, wobei an der Vereinigungsstelle lebhafte „Glitschbewegungen" stattfinden. Nach Vereinigung der Plasmamassen beginnt die Zygote lebhafte drehende Bewegungen auszuführen. Schon einige Zeit vor der eigentlichen Verschmelzung fallen die Geisseln der Gameten ab, was auch Stein angibt, doch beobachtete der Letztere nicht die Zurückziehung des Plasmas der ovoiden Gamete in den Schalengrund. Wie bemerkt, weicht Reinhardt's Darstellung etwas von der eben gegebenen ab; er sah die Geisseln häufig noch bis nach völliger Verschmelzung der Gameten zu einer abgerundeten Zygote erhalten, so dass letztere noch beweglich blieb. Doch beobachtete er auch nicht selten früheren Verlust der Geisseln. Weiterhin scheint seine Darstellung namentlich darin von der Goroshankin's abzuweichen, dass er ein gleichmässiges Zusammenschmelzen der beiden Gameten behauptet, nicht das geschilderte Uebertreten der kleineren.

Nur bei Polytoma liess sich bis jetzt nachweisen, dass die Nuclei der Gameten verschmelzen; dagegen bleiben, wie schon angedeutet, die Augenflecke und ebenso auch die Pyrenoide allgemein unvereinigt. Wie nun die Geisseln der Zygote früher oder später schwinden, häufig erst, nachdem dieselbe sich im viergeisseligen Zustand noch einige Zeit umher bewegt hat, so schwinden auch die Augenflecke. Schliesslich rundet sich die Zygote ab und geht unter Ausscheidung einer Cystenhaut in den Dauerzustand über. Bei den chlorophyllführenden Formen tritt stets eine allmähliche Röthung bis Bräunung des Inhalts dieser ruhenden Zygote ein, indem sich das früher geschilderte Hämatochrom entwickelt.

Soweit bekannt, ist die Weiterentwicklung der Zygote gewöhnlich an ein vorheriges Austrocknen geknüpft und beginnt erst, wenn dieselbe

wieder unter Wasser gesetzt wird. Jedenfalls können alle diese Zygoten die Austrocknung ertragen und dieselbe ist für ihre Weiterentwicklung günstig. Bei Polytoma genügt jedoch auch die Uebertragung der Zygoten in eine an organischen Substanzen reiche Infusion zu ihrer Weiterentwicklung. Wo die letztere genauer bekannt ist (Chlorogonium und Polytoma nach Krassilstschik, Chlamydomonas pulvisculus nach Reinhardt, Carteria nach Rostafinski) fand sich stets eine Zwei- bis Viertheilung des wieder ergrünenden Inhalts, und dann treten die Sprösslinge meist in Gestalt gewöhnlicher Individuen hervor, um einem neuen Cyclus von Generationen das Leben zu geben. Nur selten scheint eine Modification dieses Entwicklungsganges einzutreten; wenigstens beobachtete Rostafinski bei Carteria, dass der zweigetheilte Zygoteninhalt nicht in Gestalt gewöhnlicher Individuen austrat, sondern durch fortgesetzte Vermehrung im ruhenden Zustand in einen pleurococcus-ähnlichen Zustand überging, wie er früher nach Cienkowsky's Untersuchungen für einige Chlamydomonadinen geschildert wurde.

Die Copulationserscheinungen der Volvocinen schliessen sich, wie zu erwarten, auf innigste denen der Chlamydomonadinen an, erreichen jedoch, wohl im Zusammenhang mit der höheren morphologischen Ausbildung dieser Gruppe, auch eine höhere Entwicklungsstufe. Für einige Genera fehlen bis jetzt Nachrichten über hierhergehörige Processe oder dieselben sind unsicher. Letzteres gilt speciell für Gonium. Bei dieser Gattung wollen Hieronymus und Rostafinski (148) beobachtet haben, dass einzelne, aus dem Kolonialverbande gelöste Individuen im ruhenden Zustande acht zweigeisselige Mikrogonidien erzeugten, die sofort nach ihrem Austritt paarweise copulirten. Wenn diese Beobachtung richtig ist, was nicht ganz zweifellos erscheint, da die Abstammung der Mikrogonidien bildenden Flagellaten von Gonium nicht hinreichend sicher bewiesen wurde, so fehlte bei Gonium noch jede Differenzirung der Gameten. Bei Stephanosphaera wurde bis jetzt ein Copulationsact vermisst, dagegen findet sich bei dieser Gattung, wie wir früher sahen, eine sehr ausgesprochene Mikrogonidienbildung. Die ausschwärmenden Mikrogonidien sollen nun nach der Darstellung von Cohn und Wichura nicht zwei Geisseln wie die gewöhnlichen Individuen, sondern deren vier besitzen. Diese Abweichung ist sehr auffallend, da etwas ähnliches bei keiner verwandten Form beobachtet wurde, und gibt der Vermuthung Raum, dass diese viergeisseligen Mikrogonidien möglicherweise Zygoten sind, welche durch sehr frühzeitige Copulation zweigeisseliger Mikrogonidien, noch vor deren Ausschwärmen, entstehen. Hiermit stimmt denn auch ihr weiteres Verhalten gut überein, da sie weder wachsen, noch sich durch Theilung fortpflanzen, sondern sofort durch Ausscheidung einer dicken Cystenhülle in einen ruhenden Dauerzustand übergehen, der sich röthet. Auch ohne Ausschwärmen können diese Mikrogonidien in der Hülle der Mutterkolonie diesen Dauerzustand bilden.

Sehr einfache Verhältnisse bietet Pandorina Morum dar, und schliesst sich deshalb in ihrem Copulationsprocesse aufs innigste an die einfacheren Chlamydomonadinen an.

Es ist auch hier eine bestimmte Generation, welche nach länger fortgesetzter Vermehrung auftritt, deren Individuen zur Copulation schreiten und man kann diese Generation daher auch als eine geschlechtliche bezeichnen. Dieselbe entsteht in gewöhnlicher Weise dadurch, dass sich die sämmtlichen sechzehn Individuen einer Pandorinakolonie zu kleinen Kolonien von Gameten entwickeln. Diese Gametenkolonien sind jedoch häufiger nur 8zellig; eine Mikrogonidienbildung, im engeren Sinne, liegt also dabei nicht vor. Eine Differenzirung dieser Gametenkolonien in männliche und weibliche ist schwierig festzustellen, wenngleich Pringsheim sich der Ansicht zuneigt, dass die grössten Kolonien weibliche, die mittleren und kleinsten dagegen theils weibliche, theils männliche seien. Die Pandorinen, welche solche Gametenkolonien entwickeln, fallen allmählich zu Boden, da ihre Geisseln verloren gehen und ihre Kolonialhülle, sowie die Spezialhüllen der ursprünglichen Individuen verschleimen. Doch geht diese Verschleimung langsamer vor sich, wie bei der gewöhnlichen Fortpflanzung, weshalb die geschlechtlichen Kolonien längere Zeit in Gruppen vereinigt bleiben. Hierauf bilden die Gametenkolonien ihre Geisseln und Kolonialhüllen aus, letztere lösen sich jedoch bald wieder auf, die einzelnen Gameten werden frei. Nun erfolgt die Copulation der Gameten ganz in der Weise mit den Vorderenden, wie dies schon für gewisse Chlamydomonadinen geschildert wurde (T. 44, 8b—c). Eine Differenzirung der Gameten ist, abgesehen von ihren ziemlich verschiedenen Grössenverhältnissen, nicht wahrnehmbar. Dennoch vermuthet Pringsheim, dass eine innere Differenz angedeutet sei und stützt diese Ansicht darauf, dass sich die grösseren nie unter einander paaren, dagegen die mittleren und kleineren sowohl beliebig unter sich, wie mit den grösseren. Daher hält er, wie auch schon oben für die grösseren Gametenkolonien angedeutet, die grösseren Gameten für weiblich, die mittleren und kleineren dagegen theils für weiblich, theils für männlich.

Die durch Copulation entstandene viergeisselige Zygote (T. 44, 8d) geht in bekannter Weise in einen umhüllten Dauerzustand über, der sich roth verfärbt (8e). Erst nach der Austrocknung entwickelt derselbe sich weiter, indem die eingeschlossene Zygote die Cystenhülle an einer Stelle unter starker Verdünnung bruchsackartig hervortreibt (8f) und dann als nacktes Individuum austritt. Selten theilt sich die Zygote in ihrer Hülle in zwei bis drei Sprösslinge, welche sich dann in ähnlicher Weise befreien. Die freigewordene Zygote resp. ihre Sprösslinge, theilen sich hierauf im freischwimmenden Zustande zu einer sechzehnzelligen Kolonie, die sich dann mit einer Kolonialhülle umkleidet.

Auf viel höherer Ausbildungsstufe sind die Copulationsvorgänge bei Eudorina und Volvox angelangt. Hier sind nicht nur die Gameten auch morphologisch so sehr different, dass ihre Unterscheidung in spermoide

und ovoide klar vor Augen liegt, sondern zuweilen auch die Kolonien, welche diese Gameten erzeugen, schon in männliche und weibliche differenzirt, indem die ersteren nur spermoide, die letzteren dagegen nur ovoide hervorbringen. Letzterer Fall, d. h. ein Diöcie der Geschlechtskolonien findet sich jedoch sicher nur bei Eudorina, und auch hier ist es fraglich, ob immer. Die sogen. Diöcie des Volvox minor dagegen hat durch Kirchner neuerdings eine andere Erklärung gefunden, und damit ist es auch zweifelhaft geworden, ob diejenige des sogen. Volvox Carteri St. nicht gleichfalls nur scheinbar ist. Wie zu erwarten, steht jedoch die allgemeine Ausbildung der geschlechtlichen Fortpflanzung bei der einfachen Eudorina auch auf primitiverer Stufe, indem die Entwicklung spermoider und ovoider Gameten hier nicht auf besondere Individuen der Kolonie beschränkt, sondern sämmtliche Individuen hierzu gleichmässig befähigt sind. Die genauesten Mittheilungen über Eudorina verdanken wir Goroshankin (1876), nachdem schon im Jahre 1856 Cohn auf das Vorkommen von Spermatozoën bei dieser Gattung aufmerksam gemacht hatte und Carter (1858) ihre geschlechtlichen Vorgänge zuerst genauer geschildert hatte. Doch weichen die Angaben Carter's und Goroshankin's in einigen Hauptpunkten so wesentlich von einander ab, dass man fast zu der Ansicht gedrängt wird, es haben diesen beiden Forschern zwei verschiedene Arten vorgelegen. Wir wollen uns zunächst die Resultate Goroshankin's etwas genauer betrachten, da dieselben viel ausführlicher sind, wie die Carter's. Hiernach sind die geschlechtlichen Kolonien der Eudorina streng in weibliche und männliche gesondert. Die ersteren gleichen den gewöhnlichen Kolonien durchaus, nur sind ihre Individuen (die ovoiden) etwas grösser. Die männlichen Kolonien (d. h. diejenigen, welche die spermoiden Gameten erzeugen) sind ganz wie die gewöhnlichen beschaffen. Sie unterscheiden sich jedoch durch ihre weitere Entwicklung. Jedes ihrer Individuen theilt sich wie bei der gewöhnlichen Vermehrung zu einer 16- bis 32- (nach Carter auch 64-) zelligen Platte. Diese wächst jedoch nur langsam und ihre Zellen verfärben sich allmählich gelb. Dann runden sie sich ab und scheiden eine äussere schleimige gemeinsame Hülle um die Platte ab. Nie jedoch zeigt sich eine Neigung der Platte zu kugliger Einkrümmung. Allmählich strecken sich ihre Zellen senkrecht zur Plattenaxe mehr spindelförmig, und entwickeln je zwei Geisseln an ihrem zugespitzten einen Ende, welche Enden wie bei Gonium sämmtlich gleichgerichtet sind, und ursprünglich nach dem Geisselende der Mutterzelle schauen. Jetzt geräth dieser Complex spermoider Individuen in Bewegung und zerreisst schliesslich die Mutterzellhaut, sowie die Kolonialhülle und wird frei.

Mittlerweile ist mit den weiblichen Kolonien auch eine Veränderung vorgegangen; ihre Kolonialhülle verschleimte und damit gelangte die Kolonie zur Ruhe, wenngleich die Geisseln der Individuen noch erhalten sind und sich bewegen. Trifft nun ein freischwimmender Complex spermoider kleiner Gameten auf eine derartig vorbereitete weibliche Ko-

lonie, so bleibt er an derselben haften und löst sich bald in einzelne Individuen auf. Dieselben sind längliche, anfangs sichelförmig gekrümmte Gebilde, welche einen Augenfleck, zwei sehr kleine contractile Vacuolen und am Vorderende zwei Geisseln besitzen. Bald strecken sie sich ziemlich gerade. Man beobachtet nun, wie diese Spermatozoën in den Schleim der weiblichen Kolonie eindringen und zu den ovoiden Individuen treten. Einmal konnte Goroshankin auch den Copulationsact selbst wahrnehmen, wobei sich zeigte, dass sich auch hier zunächst das Vorderende des Spermatozoon mit dem Vorderende der Eizelle vereinigt. Doch schied letztere schon eine Cystenhaut aus, ehe noch die völlige Verschmelzung eingetreten war. Es scheint sehr unwahrscheinlich, dass Goroshankin Recht hat, wenn er hieraus schliesst, dass die Verschmelzung von Eizelle und Spermatozoid bei Eudorina eine unvollständige sei. Die Zygotenhaut wird bald doppelschichtig und ihr Inhalt allmählich ziegelroth. Die Weiterentwicklung der Zygote wurde bis jetzt leider noch nicht verfolgt.

Von dieser Schilderung weicht die ältere Carter's dadurch fundamental ab, dass er gewöhnlich eine Monöcie der Geschlechtskolonien beobachtete. Nur vier an einem Pol der ovalen Kolonie gelegene Individuen entwickelten sich zu den Spermatozoëncomplexen, die übrigen 28 Zellen dagegen waren ovoide nnd wurden durch die Spermatozoën befruchtet, indem dieselben austretend in der wohl etwas verschleimten Kolonialhülle zu den Eizellen hinwandern. Obgleich nun Carter durch verschiedene Gründe, die nicht direct beobachtete Copulation dieser Eizellen mit den Spermatozoën wahrscheinlich macht, halte ich es doch noch für etwas unsicher, ob sich erstere wirklich als solche verhielten. Namentlich folgt aus seinen Angaben nicht, dass die befruchteten Eizellen in umhüllte Zygoten übergingen. Gelegentlich sah Carter jedoch auch Kolonien, deren Individuen sämmtlich in Spermatozoënbildung eingingen und zwar je nur 16 bis 32 derselben bildeten.

Einstweilen scheint es, wie bemerkt, etwas fraglich, ob die Differenz zwischen Goroshankin und Carter auf die Beobachtung verschiedener Arten oder auf Variationen derselben Species beruht.

Die höhere Entwicklungsstufe der geschlechtlichen Fortpflanzung von Volvox steht wiederum im Connex mit der höheren Entwicklung der Kolonien dieser Gattung zu mehrzelligen Individuen. Auch die Entwickelung der Gameten (Geschlechtsproducte) ist hier beschränkt auf gewisse, sich schon sehr frühzeitig durch besondere Grösse auszeichnende Zellen, welche morphologisch in jeder Hinsicht den Parthenogonidien entsprechen. Auch bei Volvox gibt es besondere Geschlechtskolonien (oder besser Individuen nach unserer Auffassung), welche zu gewissen Zeiten wie gewöhnliche aus Parthenogonidien entstehen. Bis vor kurzem war die Ansicht allgemein adoptirt, dass die Geschlechtsindividuen des Volvox je nach den Arten monöcisch oder diöcisch seien. Nach Cohn und Stein galt Volvox Globator für monöcisch, Volvox minor und ebenso nach Carter Volvox Carteri für diöcisch.

Wenn sich nun die neuerdings von Kirchner bei V. minor gefundenen Erscheinungen bestätigen, so ergibt sich, dass letztere Form nicht diöcisch, sondern eigentlich monöcisch ist, jedoch mit der Modification, welche bei hermaphroditischen Metazoën sehr gewöhnlich ist, dass sich die Geschlechtsproducte nicht gleichzeitig entwickeln. V. minor bildet nach Kirchner's Beobachtungen zuerst die Eier aus und später, nachdem diese befruchtet wurden, entwickelt er Spermatozoën. Demnach zeigt sich bei dieser Art Kreuzung der Geschlechtsindividuen, wie wenn sie diöcisch wäre. Auch die Diöcie des V. Carteri wird dadurch etwas zweifelhaft. Doch kann hier nicht unbemerkt bleiben, dass Kirchner auch gelegentlich rein männliche Individuen des V. minor sah. Dass solche nun thatsächlich vorkommen, scheint auch, nach den Mittheilungen Carter's für den Volvox Carteri und denen Stein's für V. minor, unzweifelhaft, denn beide geben an, dass sie die männlichen Individuen schon deutlich in den sie erzeugenden Müttern beobachtet haben, in welchem Fall also wohl von einer vorherigen Eiproduction derselben keine Rede sein konnte. Daraus müssen wir demnach schliessen, dass die Geschlechtsverhältnisse des V. minor wohl noch etwas complicirter sind, wie Kirchner sich dachte.

Characteristisch für Volvox ist nun, dass die Geschlechtsindividuen sich schon von vornherein durch ihren Bau wesentlich von den ungeschlechtlichen unterscheiden. Sie besitzen nämlich eine sehr viel grössere Zahl von Geschlechtszellen, als sich Parthenogonidien bei den ungeschlechtlichen Individuen finden. Bei Volvox Globator steigt die Zahl der Geschlechtszellen auf etwa 50, bei dem Volvox Carteri dagegen finden sich in den weiblichen Kolonien etwa 30 bis 50, in den männlichen dagegen über 100. Nur die weiblichen Zellen des Volvox minor sind an Zahl gering, nie mehr wie acht, gewöhnlich nur drei bis sechs, wogegen die männlichen Individuen, resp. die männlich gewordenen dieser Art ebenfalls bis über 100 Geschlechtszellen aufweisen. (Kirchner macht leider keine Mittheilung über die Zahl der sich bei seinen Formen nachträglich entwickelnden männlichen Geschlechtszellen).

Die weiblichen Geschlechtszellen oder Eier, wie wir sie direct bezeichnen dürfen, schliessen sich in ihrer Bauweise den sogen. Parthenogonidien innig an. Auch sie übertreffen schon früh die gewöhnlichen Zellen an Grösse und hängen daher auch, sobald sie etwas herangewachsen sind, beutelförmig in die Centralhöhle hinein (T. 44; 10 a, ov). Gewöhnlich erreichen sie einen beträchtlicheren Durchmesser, wie die noch ungetheilten Parthenogonidien. Wie letztere, besitzen auch sie keine Geisseln. Bei Volvox Globator ist ihr Plasma anfänglich etwas vacuolär, doch verliert sich dies später und allgemein scheinen sie sich durch ihre sehr intensiv dunkelgrüne Färbung besonders auszuzeichnen.

Die Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen (Androgonidien Cohn's, Antheridien der Botaniker) zu Spermatozoën beginnt häufig schon sehr frühzeitig, so nach Stein bei den rein männlichen Individuen

des Volvox minor sogar schon vor der Geburt dieser Männchen. Der Theilungsprocess der männlichen Zelle ist bis zum 16zelligen Zustand ganz derselbe wie bei der gewöhnlichen Vermehrung der Eudorina, was zuerst Goroshankin für Volvox Globator betonte und auch Kirchner für den Volvox minor abbildete. Letztere Form soll nach Kirchner gewöhnlich überhaupt nicht mehr wie 16 Spermatozoën aus einer Geschlechtszelle entwickeln. Viel grösser wird dagegen deren Zahl bei V. Carteri und Globator. Bei dem ersteren schätzt Carter die aus einer Mutterzelle entstehenden Spermatozoidien auf 128, Cohn für V. Globator auf 64—128, wogegen Goroshankin nur 32—64 angibt. Auch Stein zeichnet bei Volvox Globator sicher mehr wie 64. Jedenfalls geht aus diesen Angaben hervor, dass die Zahl der Spermatozoën einer Mutterzelle bei einer und derselben Art schwanken kann. Wie bei Eudorina sind die Spermatozoën zu einem plattenförmigen Bündel vereinigt (T. 44; 10a, sp.) und ihre Geisseln entstehen auch sämmtlich auf der einen Seite dieser Platte. Bei Volvox Globator zerfallen nun die Bündel schon in der Mutterzellhaut in die einzelnen Spermatozoën, wogegen sie bei V. minor nach den Erfahrungen Stein's als Ganzes durch Platzen der männlichen Kolonien sich befreien und umherschwimmen. Kirchner dagegen sah die Mutterzellblase mit dem eingeschlossenen Spermatozoënbündel sich von der männlichen Kolonie isoliren, und hierauf zerfiel erst das letztere im Innern der Blase in seine Bestandtheile. Schliesslich befreien sich die Spermatozoïdien aus der Blase und treten bei Volvox Globator in die Centralhöhle der monöcischen Kolonie ein, bei V. minor dagegen ins umgebende Wasser, um die Individuen mit befruchtungsfähigen Eiern aufzusuchen. Bei beiden Formen sieht man sie zu den Eiern hinzutreten und heftige Anstrengungen machen, um sich durch deren Zellhaut durchzubohren. Bei V. Globator sah sie Cohn auch unter die Eihaut dringen und sich der Eioberfläche dicht auflegen, doch gelang es bis jetzt bei Volvox noch nicht die wirkliche Verschmelzung der Eizelle mit einem Samenfaden sicher zu beobachten.

Der Bau der Spermatozoën ist wesentlich der schon bei Eudorina beschriebene (T. 45, 1a). Sie besitzen einen etwa spindelförmigen gelblichen Körper, da auch bei Volvox während der Entwicklung der männlichen Zelle die grüne Farbe einer gelben Platz macht. — Ihr Vordertheil ist zu einem ungefärbten schwanenhalsartigen Schnabel ausgezogen, an dessen Ende bei Volvox minor die beiden Geisseln stehen (Fig. 1a rechts), wogegen letztere bei V. Globator fast stets am Grunde dieses Schnabels entspringen (Fig. 1a, links). Ausserdem findet sich an der Basis des Schnabels ein kleiner Augenfleck; dagegen liessen sich contractile Vacuolen noch nicht beobachten. Diese ohne Zweifel nackten Spermatozoën sind äusserst contractil und namentlich zeichnet sich der Schnabel oder Hals durch besondere Beweglichkeit aus.

Bevor wir das Schicksal der befruchteten Eizellen besprechen, sind hier noch einige Worte über die morphologische Auffassung der Seprmatozoënbündel des Volvox zu bemerken. Es unterliegt jedenfalls keiner Frage, dass die männlichen und weiblichen Eizellen des Volvox

durchaus homologe Gebilde sind und daraus folgt, dass wir morphologisch die einzelnen Spermatozoën nicht mit der Eizelle homologisiren können. Andrerseits erscheint jedoch auch sehr plausibel, dass das Spermatozoënbündel, welches aus einer männlichen Geschlechtszelle entsteht, morphologisch einer Volvoxkolonie entspricht und daher, wenn wir namentlich auch die Erscheinungen bei Pandorina vergleichen, die Spermatozoïdien als spermoide Individuen einer folgenden Generation aufgefasst werden dürfen. Aus diesen Vergleichungen ergibt sich denn auch naturgemäss weiter, dass wir bei Eudorina nicht mit Goroshankin die Spermatozoënkolonie als männliche der weiblichen Kolonie homologisiren dürfen, denn auch hier ist jedenfalls das Homologon der weiblichen Kolonie die männliche mit noch nicht zu Spermatozoïdien entwickelten Geschlechtszellen. Beim Vergleich mit Pandorina wird sich demnach ergeben, dass deren Geschlechtskolonien wohl nur den weiblichen und unentwickelten männlichen der Eudorinen, resp. des Volvox direct, zu homologisiren sind, dagegen bei den letzteren Gattungen erst eine zweite aus der männlichen hervorgehende Generation die copulationsfähigen spermoiden Gameten liefert.

Das weitere Verhalten der befruchteten Eizellen des Volvox entspricht dem der früher besprochenen Formen. Dieselben gehen in den umhüllten Dauerzustand über, indem sie zwei in einander geschachtelte Cystenhäute erzeugen, ein äusseres sogen. Exosporium und ein inneres Endosporium (T. 45, 1c). Beide zeigen nach Kirchner wenigstens bei V. minor keine Cellulosereaction. Die Bildungsgeschichte dieser doppelten Hülle ist nur wenig verfolgt. Nach Kirchner sollen die beiden Häute durch Spaltung einer ursprünglich einfachen Membran entstehen, doch ist dies wegen der besonderen Gestaltungsverhältnisse des Exosporium bei V. Globator wenig wahrscheinlich. Bei letzterem erhebt sich nämlich das Exospor zu zahlreichen hohlen stachelartigen Auswüchsen auf der gesammten Oberfläche der umhüllten Eizelle und zwar entstehen dieselben nach Cohn derart, dass sich ursprünglich das Plasma der Eizelle in entsprechende Auswüchse erhob, sich dann nach Abscheidung des Exospors condensirte und abrundete und hierauf erst das ihm dicht aufliegende kuglige und nach Cohn gallertige Endospor bildete. Bei V. minor dagegen ist das dickere Exospor glatt und rein kuglig und steht ziemlich weit von dem Endospor ab, das auch hier der Oberfläche der stark condensirten Eizelle dicht aufliegt. Volvox Carteri zeigt in der Bildung des Exospors etwa eine Mittelstufe zwischen den beiden anderen Formen, da dasselbe nur in sehr niedrige, wellige Fortsätze sich erhebt.

Weiterhin tritt in dem condensirten Plasma der befruchteten Eizelle eine ansehnliche Vermehrung der Stärke auf und bald, noch bevor die Eier durch Zerfall der Geschlechtsindividuen auf dem Boden der Gewässer abgesetzt werden, bildet sich die uns bekannte Verfärbung ins Rothe bis Braune aus.

Die Weiterentwicklung der ruhenden Eizellen erfolgt erst nach einer längeren Ruheperiode. Es scheint, dass dieselben gewöhnlich nach Zerfall*) der sie erzeugenden Volvoxindividuen den Winter über ruhen und erst im nächsten Frühjahr ihre Entwicklung (Keimung der Botaniker) beginnen; wenigstens wurde dies für den V. minor durch Kirchner und Henneguy

*) Bei diesem Zerfall sah Cohn zuweilen einzelne Volvoxzellen sich loslösen und isolirt weiterleben, doch blieb deren weiteres Schicksal unaufgeklärt.

festgestellt. Nur bei dieser Art ist denn auch der Entwicklungsprocess durch die genannten Forscher (namentlich Kirchner) ermittelt worden. Hierbei ergab sich, dass derselbe im Wesentlichen genau so verläuft wie die Entwicklung der Parthenogonidien zu jungen Volvoxindividuen, so dass wir also wohl berechtigt sind, diese Parthenogonidien auch als parthenogenetisch sich entwickelnde Eizellen zu betrachten und die gesammte Fortpflanzungsgeschichte des Volvox etwa mit der der Daphniden oder der Blattläuse zu vergleichen. Wir können daher auch bezüglich dieses Entwicklungsprocesses auf die früher gegebene Schilderung der Parthenogonidienentwicklung und die Abbildungen auf T. 45, Fig. 1e—g verweisen.

Bevor der Furchungsprocess beginnt, zeigt sich das erste Zeichen der Weiterentwicklung des Volvoxeies darin, dass das Endospor stark aufquillt und das Exospor zum Platzen bringt. Hierauf tritt die Eizelle in das Endospor gehüllt aus dem Exospor hervor (45, 1d) und beginnt die eigentliche Entwicklung. Schon nach der Zweitheilung soll sich nach Kirchner die innerste Schicht des Endosporiums zu der künftigen Kolonialhülle des jungen Volvox verdichten. Nach Entwicklung der Geisseln und nach eingetretener Vergrünung befreit sich schliesslich das junge Individuum (das etwa aus 500 Zellen besteht) durch Auflösung des Endospors. Schon zuvor haben sich jedoch die geissellosen zukünftigen Parthenogonidien differenzirt. Wahrscheinlich umhüllt eine sehr schwer sichtbare Gallertmasse den frei gewordenen jungen Volvox noch einige Zeit. Sein Auswachsen zum reifen ungeschlechtlichen Individuum geschieht jedenfalls genau so, wie bei der parthenogenetischen Fortpflanzung.

H. Bildung sogen. ruhender Dauerzustände ohne Mitwirkung der Copulation.

Unter gewissen Umständen gehen auch die Flagellaten in encystirte Dauerzustände über, welche sich von den früher bei der Vermehrung besprochenen Ruhezuständen dadurch unterscheiden, dass ihre Hüllen dicker und derber, nicht selten auch mehrfache sind und dass gewöhnlich zunächst keine Vermehrung des ruhenden Organismus eintritt. Wie aus dem eben Bemerkten hervorgeht, zeigen diese Dauerzustände vielfache Uebereinstimmung mit den ruhenden Zygoten und diese Aehnlichkeit ist bei manchen Formen ganz auffallend.

Wir dürfen daher wohl schliessen, dass sich in Folge der Copulation ähnliche Verhältnisse wie bei dem Uebergang in den Dauerzustand geltend machen; die grosse Aehnlichkeit der beiden Zustände macht es vorerst auch häufig schwierig, zu entscheiden, ob manche sogen. Dauerzustände nicht doch durch vorherige Copulationsprocesse bedingt wurden. Jedenfalls ist aber sicher, dass der Dauerzustand nicht selten auch ohne Copulation eintritt. Ursachen seines Entstehens sind im Allgemeinen nachtheilige äussere Einflüsse, welchen der Organismus durch den Dauerzustand widersteht, so Austrocknung, faulige Verderbniss des Wassers, oder um-

gekehrt bei Bewohnern von Infusionen auch Aufhören der Fäulniss und dadurch entstandener Nahrungsmangel und schliesslich spielt auch vielleicht die Jahreszeit bei gewissen Formen eine Rolle. So wird z. B. für Stephanosphaera angegeben, dass der Uebergang in den Dauerzustand namentlich im Herbst eintritt. Bei den Eugleninen scheint endlich auch eine andauernde Behinderung der freien Bewegung, wie sie z. B. bei fortgesetzter Cultur auf feuchtem Torf stattfindet, den Uebergang in den Dauerzustand zu veranlassen, wie neuerdings Klebs gezeigt hat.

Da die Entstehung und die Bauweise der Dauerzustände uns nicht viel Neues bietet, was sich schon aus dem oben Bemerkten ergibt, so berichten wir nur kurz über dieselben. Gewöhnlich bilden sie sich durch Abrundung des Organismus unter Verlust der Geisseln und Entwicklung einer Hüllmembran auf der Körperoberfläche. Dieselbe besitzt gewöhnlich eine ziemlich derbe Beschaffenheit und mässige Dicke und zeigt dann keine weiteren Structureigenthümlichkeiten. Wenn der Flagellatenkörper selbst schon eine Schalenhülle besitzt, dann bildet sich die Cyste gewöhnlich in dieser. Dies ist namentlich bei den Chlamydomonadinen sehr deutlich zu beobachten und schon frühzeitig von Cohn bei den häufigen Dauerzuständen des Haematococcus festgestellt worden (T. 43, 9c). Das Gleiche gilt ohne Zweifel auch für die übrigen Gattungen dieser Familie, welche Dauerzustände aufweisen; für Carteria zeichnet Carter (1858) den Dauerzustand in der Schalenhaut. Bei Chlamydomonas scheint mir der von Cienkowsky (1865) beschriebene Danerzustand etwas unsicher, da er möglicherweise eine Zygote war und dasselbe gilt auch von dem gleichfalls von Cienkowsky beschriebenen Dauerzustand des nahe verwandten Chlorangium. Dagegen wird sonder Zweifel der, seit Anton Schneider (1854) häufig beobachtete Dauerzustand der Polytoma in entsprechender Weise entstehen. Bald nach der Bildung des Dauerzustandes löst sich jedoch die Schalenhaut der Chlamydomonadinen auf, so dass man ihre Dauerzustände gewöhnlich nur in einfacher Cystenhaut antrifft. In entsprechender Weise bilden sich ohne Zweifel auch die Dauerzustände der Volvocinen, doch wurde das Nähere hier noch nicht verfolgt. Immerhin scheint hier der Ort zu der Bemerkung zu sein, dass, wie natürlich, sämmtliche Individuen der Volvocinenkolonien sich gleichzeitig encystiren. Dies zeigte Cohn (1876) für Gonium sociale, für Stephanosphaera Cohn und Wichura (1857) und für Eudorina Cohn (1855) und Henfrey (1856). Dagegen wurde bis jetzt bei Volvox nichts sicheres von einem Dauerzustande wahrgenommen und ich halte sein Vorkommen überhaupt für unwahrscheinlich.

Auch bei Synura soll nach Stein die Encystirung im Innern der früher beschriebenen Cuticularhülle geschehen, indem sich der Körper innerhalb derselben kuglig contrahirt und eine eigentliche Cystenhaut bildet (T. 43, 1 d).

Auch nach Bütschli's Beobachtungen zeigt der Dauerzustand der Synura eine doppelte Cystenhülle, eine sehr zarte äussere und eine derbe innere, doch scheint mir noch etwas unsicher, ob die erstere wirklich der Cuticularhülle der Synura entspricht. Jedenfalls erhält sich jedoch die äussere Hülle hier dauernd.

Wenn die Cystenhülle eine ansehnliche Dicke erreicht, wie dies namentlich bei Euglena viridis und anderen Arten dieser Gattung beobachtet wird, so zeigt sich eine meist deutliche, concentrische Schichtung derselben. Das Gleiche beobachtete Cienkowsky (1870) auch bei einer Cryptomonas (T. 45, 10b), wogegen Stein und Strasburger bei dieser Gattung eine einfache ungeschichtete Cystenhaut sahen und ich das Gleiche bei Chilomonas fand (45, 9c). Bei Strasburger's Form war dieselbe bräunlich gefärbt und zeigte Cellulosereaction. Dass solche Verschiedenheiten bei nahe verwandten Formen vorkommen, zeigen jedoch auch die Euglenen, so bildet nach Klebs die E. Ehrenbergii (= Amblyophis viridis Ehrbg.) eine dünne, aber feste Cystenhaut, in welcher sie zusammengefaltet liegt. Einige Formen sollen sogar in einen austrocknungsfähigen Dauerzustand ohne jegliche Hüllenbildung übergehen (so Eugl. Spirogyra, sowie die mit dicker Cuticula versehenen Phacusarten), während Eugl. viridis auch derart einen Dauerzustand zu bilden vermag, dass sie sich mit einer lockeren Schleimhülle umkleidet, in welche Sand und Lehmtheilchen verklebt werden.

Die Bildung mehrerer ineinander geschachtelter Cystenhüllen konnte Cienkowsky bei einigen kleinen Flagellaten (Bodo angustatus, Pseudospora Volvocis, sogen. Pseudospora parasitica (Oikomonas?) und Nitellarum (Cercomonas?) constatiren. Hierbei scheidet die Flagellate, wie bei dem gewöhnlichen Ruhezustand eine meist dünne Hülle (Zellhaut Cienkowsky's) aus, um sich hierauf unter Ausstossung der Nahrungsreste stark zu condensiren und eine Specialcystenhaut (Cystenhaut Cienk.) zu entwickeln Bei Bodo angustatus (46, 6n) zeigt die äussere Haut knopfartige Verdickungen auf ihrer Innenfläche. Doppelte Cystenhüllen bildet nach Büschli's Erfahrungen auch Dinobryon (T. 41, 9b—c) und bei der Encystirung scheinen die Individuen dieser Gattung gewöhnlich ihre Gehäuse zu verlassen, da man die Dauerzustände theils äusserlich an der Mündung der leeren Gehäuse befestigt, theils frei im Wasser trifft. (Bütschli und Stein). Zuweilen scheint auch vor der Bildung der äusseren Haut eine Schleimhülle abgeschieden zu werden, welche den bei der sogen. Pseudospora Volvocis beobachteten Schleier bilden dürfte (42; 7c, s).

Bei den grünen Chlamydomonadinen und Volvocinen tritt im Gefolge des Dauerzustandes eine Röthung auf, wie in der Zygote und auch bei Euglena scheint diese Verfärbung zuweilen einzutreten. Wenigstens gibt Carter es von seiner E. Tuba an. Klebs dagegen hat bei den von ihm studirten Euglenen nichts derartiges beobachtet.

Ausser einer Verdichtung, welche mit der Verringerung des Körpervolums im Zusammenhang steht, scheint bei den grünen Formen häufig eine reichere Entwicklung körniger Einschlüsse beim Uebergang in den Dauerzustand einzutreten. Schon Cohn hob dies (1850) für Haematococcus hervor und auch den Dauerzustand von Carteria schildert er (1876) als besonders stärkereich. Neuerdings zeigte Klebs, dass auch die Euglenen beim Uebergang in den Dauerzustand sehr reichlich Paramylon bilden,

indem sie theils neue Körner erzeugen, theils die alten verdicken. So werden z. B. im Dauerzustand der Euglena Spirogyra die ringförmig durchbrochenen grossen Paramylonkörper ausgefüllt und sehr vergrössert und Aehnliches geschieht bei anderen Formen.

Seltsam abweichend von dem gewöhnlichen Bildungsgang der Dauerzustände gestaltete sich derselbe bei zwei von Cienkowsky untersuchten Flagellaten, der Monas Guttula und der sogen. Chromulina nebulosa Cienk. Bei beiden bildet sich der Dauerzustand endogen, d. h. durch Umhüllung eines Theils des Körperplasmas. Sehr deutlich tritt dies bei der Monas Guttula hervor, wo sich eine runde Cyste im Hinterende des mit Geisseln versehenen Körpers ausbildet (T. 40, 12 d) und ein beträchtlicher Theil des Plasma samt der contractilen Vacuole ausgeschlossen bleibt. Durch Zerfall dieses nicht encystirten Körpertheils wird die Cyste schliesslich frei. Weniger deutlich endogen ist der Vorgang bei Chromulina, hier scheint sich vielmehr die Hauptmasse des Körpers mit Ausnahme seines vordersten Theils mit der Cystenhaut zu umhüllen. Auch hier enthält jedoch dieser schliesslich zerfallende vordere Körpertheil die contractilen Vacuolen. Die Dauerzustände beider Formen besitzen eine kuglige Bildung, mit ziemlich dicker, einfacher Cystenhülle, welche einen kurzen halsartigen Fortsatz zeigt (40, 12 e). Bei Chromulina ist die Oberfläche der Cystenhülle noch durch einige meridionale, schwach erhabene Reifen, die gewöhnlich den Hals schneiden, verziert.

Für die Dauerzustände der Chlamydomonadinen und Volvocinen wurde häufig constatirt, dass sie wachsthumsfähig sind, namentlich betont dies Cienkowsky für die zwar etwas zweifelhaften Dauerzustände von Chlamydomonas, Cohn, Braun und Perty (1851) für Haematococcus, Cohn und Wichura für Stephanosphaera.

Unter geeigneten Bedingungen geht der Dauerzustand wieder in den freibeweglichen über und zwar entweder, indem der eingeschlossene Flagellatenkörper einfach austritt oder zunächst einen Theilungsprocess eingeht und sich erst die gebildeten Sprösslinge früher oder später befreien. Der Uebergang in den beweglichen Zustand tritt namentlich dann ein, wenn die Dauerzustände nach einiger Austrocknung von neuem in Wasser gebracht, resp. aus verdorbenem Wasser in frisches versetzt werden. Für die Infusionsbewohner wirkt auch wohl die Erneuerung der verbrauchten Infusion in gleicher Richtung. Der bewegliche Zustand stellt sich dann z. Th. sehr schnell und sicher wieder her, wovon sich Klebs bei den Euglenen neuerdings überzeugt hat.

Unter entsprechenden Bedingungen tritt bei denjenigen Formen, wo zunächst eine Sprösslingsbildung in der Dauercyste geschieht, diese Vermehrung ein. Speciell bei Haematococcus bildet dieser Vorgang eine sehr häufige und seit langer Zeit bekannte Erscheinung. Auch Stephanosphaera zeigt eine ähnliche Sprösslingsbildung. Bei Haematococcus theilt sich der Cysteninhalt (durch fortgesetzte Zweitheilung) in eine sehr ver-

schiedene Anzahl Sprösslinge; Cohn sah gewöhnlich sechs, A. Braun zwei bis vier, Stein ‚vier bis acht, Strasburger (1878) zwei, vier, neun, 16 und 32 Sprösslinge. Dass durch langfortgesetzte Theilung in der Dauercyste thatsächlich eine derartige Mikrogonidienbildung zuweilen stattfindet, zeigten auch schon die älteren Beobachtungen Cohn's (1850), der sogar circa 64 kleine Sprösslinge in einer Cyste beobachtete. Zum Theil beruhen diese sehr verschiedenen Sprösslingszahlen auch wohl nur darauf, dass der Austritt aus der Cyste recht verschieden früh eintreten kann. Derselbe vollzieht sich nun gewöhnlich in der Weise, dass sich die Cyste an einer Stelle öffnet und die Sprösslinge in eine sich hervorstülpende zarte Haut eingeschlossen, hervordringen. (Stein und Strasburger [43, 9e—f]). Mit Strasburger dürfen wir diese Haut wohl für eine innerste aufquellende und ausgedehnte Schicht der Cystenhülle erklären, wogegen sie Stein für eine besondere Membran hält, welche der encystirte Haematococcus ausschied. Endlich durchbrechen die Sprösslinge noch diese Hülle, entwickeln Geisseln und werden beweglich. Die meisten Beobachter (Cohn, Perty und Strasburger) erklären die ausgetretenen Sprösslinge für nackt und lassen dieselben erst während ihres beweglichen Zustandes die bekannte Schalenhülle entwickeln. Dagegen sah Stein die Sprösslinge gewöhnlich schon innerhalb der Dauercyste eine dicht aufliegende Schalenhülle ausbilden. Wahrscheinlich finden sich also in dieser Beziehung Verschiedenheiten. Auch die Geisseln der Sprösslinge sah Stein zuweilen schon in der Dauercyste auftreten.

Manchmal scheinen jedoch nach den Beobachtungen Cohn's und Braun's die ausgetretenen Sprösslinge keine Geisseln auszubilden, sondern direct wieder in Dauerzustände überzugehen, welche weiterwachsen und sich in entsprechender Weise vermehren. Nach Braun tritt dieser Zustand ein, wenn die Dauerzustände nicht untergetaucht, sondern nur in feuchter Luft vegetiren (so z. B. am Rande des Wassers). In dieser Weise entstehen dann ganze Krusten oder Häute von Dauerzellen, welche den früher schon von anderen Chlamydomonadinen, Euglenen etc. geschilderten Pleurococcuszuständen an die Seite zu stellen sind. Durch dichte Zusammenlagrung platten sich die Dauerzellen solcher Häute gegenseitig polyedrisch ab.

Einfacher gestalten sich die Verhältnisse, soweit bekannt, bei Stephanosphaera. Ihre Dauerzustände theilen sich unter allmählicher Ergrünung zu vier (zuweilen wahrscheinlich auch acht) Sprösslingen, welche durch Auflösung der Cystenhülle frei werden und nach Entwicklung der Geisseln zunächst noch vereinigt umherschwimmen. Schliesslich trennen sie sich von einander und sind anfänglich nackt. Während ihres Umherschwimmens entwickeln sie eine sich allmählich weit abhebende Schalenhülle und erscheinen dann ganz wie eine Haematococcuszelle, da sie namentlich auch häufig wie diese Pseudopodien zur Schalenhülle aussenden. Schliesslich gehen diese Sprösslinge durch successive Zweitheilung, unter Erhaltung ihrer Geisseln in polytomaähnlicher Weise in junge achtzellige Kolonien

über, welche sich nach Entwicklung einer Kolonialhülle und der Geisseln unter Auflösung der Schalenhülle des Mutterorganismus befreien und auswachsen.

7. System der Flagellaten.*)

A. Historisches.

Da schon in der geschichtlichen Einleitung hinreichend betont wurde, dass Ehrenberg und seine Vorläufer noch nicht erkannt hatten, dass die Flagellaten eine zusammengehörige, natürliche Gruppe bildeten, so verweilen wir hierbei nicht länger und heben nur hervor, dass auch die fünf Familien, in welche Ehrenberg die Flagellaten einreihte, z. Th. noch wenig natürlich waren. Unter denselben sind etwa die Volvocina, Dinobryina und Astasiaea als natürliche Gruppen auch später festgehalten worden, wobei jedoch die letztere mehr der Gesammtheit unserer Unterordnung der Euglenoidina entspricht. Sehr unnatürlich waren dagegen die Ehrenberg'schen Familien der Monadina und Cryptomonadina und schon früher zeigten wir, dass Ehrenberg sogar gewisse Flagellaten den Ciliaten beigesellt hatte.

Wie bekannt, datirt die Zusammenfassung unserer Gruppe von Dujardin (1841) her, der in seiner III. Ordnung der Infusorien, d. h. den „infusoires pourvus d'un ou de plusieurs filaments flagelliformes servant d'organs locomoteurs — sans bouche", eine Abtheilung schuf, welche sich mit unseren Mastigophoren deckt, da er auch die Cilioflagellaten zu derselben zog. In der Unterscheidung natürlicher Untergruppen dagegen kam Dujardin nicht über Ehrenberg hinaus; seine 5 Familien sind im Wesentlichen die Ehrenberg's, wenn er auch die Astasiaea in Euglenina und die Cryptomonadina in Thecomonadina umtaufte. Ausserdem führte er einige Verschiebungen der Gattungen in den Familien aus und erkannte die Flagellatennatur der von Ehrenberg noch bei den Ciliaten gelassenen Gattungen.

C. von Siebold suchte dann 1848**) die Bezeichnung Astoma für die von Dujardin errichtete Abtheilung der Geisselinfusorien einzuführen, zu der er irriger Weise auch die Opalinen gesellte; doch hat sich dieser Name keine Anerkennung erworben, wohl wegen der Unsicherheit über die Ernährungsverhältnisse der hierhergehörigen Formen, die es verfrüht erscheinen liess, eine solche Bezeichnung zu wählen.

Auch Perty's System (1852) brachte keinen wesentlichen Fortschritt. Bei ihm fand die Hauptmenge der Flagellaten in der 1. Section: Filigera seiner Phytozoidia Aufnahme; gewisse Flagellatenformen, wie Chlamydomonas und Haematococcus stellte er dagegen zu der zweiten Phyto-

*) Irrthümlicher Weise wurde der Abschnitt über die Fortpflanzung unter G. rubricirt, wogegen derselbe als der 6. Abschnitt einzureihen ist.

**) Siebold und Stannius, Lehrbuch d. vergl. Anatomie, Bd. I.

zoidiensection, seinen Sporozoidia, die wesentlich auf die pflanzlichen Zoosporen gegründet war. Eine dritte Section der Phytozoidia bildeten schliesslich unter der Bezeichnung Lampozoidia die heutigen Schizomyceten. In der speciellen systematischen Eintheilung der Filigera kehren in der Hauptsache die Ehrenberg'schen Familien wieder, nur trennte Perty einen Theil der Cryptomonadinen unter der Dujardin'schen Bezeichnung Thecomonadina zu einer besonderen Familie ab, ohne jedoch deren natürliche Beziehungen richtig zu erkennen.

Im Jahre 1853 (79) schlug Cohn zuerst die Bezeichnung Flagellata für die Dujardin'schen Geisselinfusorien vor, die sich dann allmählich einbürgerte.

Einen recht mangelhaften Versuch systematischer Eintheilung der Flagellaten veröffentlichte 1866 Diesing. Er führte zuerst den Namen Mastigophora für die geisseltragenden Protozoën ein und zerlegte dieselben in zwei Untergruppen, die M. atrichosomata, unsere Flagellaten und die M. trichosomata, die Cilioflagellaten, zu welchen jedoch auch in ganz irriger Weise das Genus Mallomonas gezogen wurde. Diesing selbst hatte keine eignen Erfahrungen auf dem Felde der Flagellatenkunde und ebensowenig einen scharfen Blick für die Aehnlichkeiten und Differenzen der zahlreichen Formen, so dass sein Versuch kein besonders glücklicher werden konnte. Nur die ziemlich intact beibehaltene Familie der Volvocina Ehrbg erscheint in seinem System als eine natürliche Gruppe, alle übrigen Flagellaten zog er in eine ganz unförmliche Familie der Monadinea zusammen, eine Lösung der Schwierigkeit, welche gerade die Umgrenzung dieser Familie stets bereitet hatte, die lebhaft an die Entwirrung des gordischen Knotens erinnert.

Auch die weitere Unterabtheilung dieser grossen Monadinenfamilie war ganz künstlich; dieselbe wurde nämlich in zwei Gruppen getheilt, eine der Unbeschalten und eine zweite der Beschalten, welche Gruppen, abgesehen von der Künstlichkeit des Eintheilungsgrundes, auch noch desshalb sehr mangelhaft waren, weil unter den Beschalten eine ganze Menge Unbeschalter, unter den Unbeschalten sich dagegen auch in Wirklichkeit Beschalte fanden. Um diese Bemerkung mit einigen Beispielen zu erläutern: so finden wir Cryptomonas unter den Beschalten, die nächstverwandte Chilomonas dagegen unter den Unbeschalten; andererseits die mit Hülle versehene Polytoma unter den Unbeschalten, dagegen Carteria bei den Beschalten und schliesslich Chlamydomonas gar wieder in der zweiten Familie unter den Volvocinen. Ebenso sind z. B. Euglena und Phacus auf verschiedene Abtheilungen vertheilt.

Indem wir die weiteren Eintheilungsprincipien jener beiden Hauptgruppen: der Aloricata und Loricata als unwichtig übergehen, da dieselben ebenso künstlich sind wie die Bildung dieser beiden Gruppen selbst, heben wir nur noch hervor, dass Diesing schliesslich in jeder Gruppe eine Anzahl Abtheilungen auf Grund der Geisselzahl errichtet und damit dieses Eintheilungsprincip zuerst in das Flagellaten-

system einführte, ein Princip, welches später namentlich S. Kent in seinem System verwerthet hat. Nach dem vorstehend Bemerkten braucht kaum besonders betont zu werden, dass auch die auf die Zahl der Geisseln gegründeten Abtheilungen Diesing's im Allgemeinen wenig natürliche sind, da auch dieses Eintheilungsprincip bei rücksichtsloser Anwendung zu unnatürlichen Gruppirungen führt, wie wir später noch specieller zu besprechen haben werden.

Fromentel's System von 1874 (146) kann in keiner Weise als eine Förderung betrachtet werden, im Gegentheil bietet es sowohl hinsichtlich der Familien- wie der Gattungsbildung sehr Unvollkommnes dar. Nur drei grosse Familien, Euglenina, Monadina und Volvocina werden aufgestellt und die Gattungen häufig in sehr unrichtiger Weise auf dieselben vertheilt; so finden wir z. B. Phacus nicht bei den Euglenina, sondern bei den Monadina, dagegen Anthophysa, Dinobryon etc. bei den Volvocina. Auch in den einzelnen Gattungen sind nicht selten sehr heterogene Formen vereinigt, so unter Zygoselmis augenscheinlich ein Chilomonas und eine Eutreptia, während sich die eigentliche Zygoselmis unter Astasia findet und Aehnliches mehr. Ebenso ist auch nur ein Theil der neu aufgestellten Gattungen gut begründet, so ist z. B. die Gattung Diplomita nichts weiter wie ein Theilungszustand von Anisonema.

In vieler Hinsicht bezeichnete das Stein'sche Flagellatensystem vom Jahre 1878 einen wesentlichen Fortschritt. Die Zahl der Familien ist hier auf 14 erhöht, und von diesen sind nach unserer Auffassung 10 wohl begründet. Die vier übrigen, darunter die drei gattungsreichsten, sind dagegen wenig natürlich und daher von uns z. Theil ganz aufgelöst, z. Th. dagegen in andrer Weise umgrenzt worden. Die Geisselverhältnisse zog Stein bei der Eintheilung nur wenig zu Hülfe, wie dies namentlich seine Familie der Monadina zeigt, in welcher Formen von der verschiedenartigsten Geisselbewaffnung zusammengestellt sind. Grössere Untergruppen als Familien hat Stein in seinem System nicht unterschieden.

Schliesslich hätten wir noch einen Blick auf das jüngste Flagellatensystem von Kent zu werfen. Derselbe unterscheidet innerhalb seiner Flagellaten 7 Ordnungen, von denen wir die Cilio- und Choanoflagellata, sowie die sogen. Radioflagellata ausscheiden; die letzteren wurden in ganz irriger Weise auf die mit einer sogen. Sarkodegeissel ausgerüsteten Radiolarien gegründet, welche, wie wir früher sahen, keine nähere Verwandtschaft mit den Mastigophoren besitzen, ja die nicht einmal innerhalb der Radiolarien eine gemeinsame Gruppe bilden. Seine erste Ordnung der eigentlichen Flagellaten (in unserem Sinne), die der Trypanosomata gründet sich auf die einzige Gattung Trypanosoma, welche wir auf Grund unserer immer noch mangelhaften Kenntnisse wohl kaum zum Repräsentanten einer eigenen Ordnung erheben können. Die zweite Ordnung, die der Rhizoflagellata, ist von uns zu einer Familie der Ordn. Monadina degradirt worden. Die beiden letzten Ordnungen schliesslich umfassen die grosse Mehrzahl der Flagellaten und ihre Unterscheidung

basirt auf Verschiedenheiten in der Nahrungsaufnahme. In der Ordnung der Flagellata-Pantostomata sollen nämlich alle diejenigen Gattungen Platz finden, welche keine besondere Mundöffnung besitzen, sondern ihre Nahrung mit der gesammten Körperoberfläche aufnehmen, wogegen die mit Mund versehenen Formen die Ordnung der Flagellata-Eustomata bilden. Wir haben schon bei der Besprechung der Nahrungsaufnahme (p. 698) hervorgehoben, dass wir diese beiden Ordnungen für unnatürliche halten und diese Ansicht wohl auch schon hinreichend begründet.

Zur Unterscheidung der Familien zieht Kent, ähnlich wie zuerst Diesing, die Modalitäten der Geisselausrüstung schärfer heran, wird aber dadurch zuweilen auch zu Unnatürlichkeiten verleitet, wie wir denn im Speciellen vielfach von seiner Gruppirung der Gattungen abweichen müssen.

Einige allgemeine Bemerkungen über die Umgrenzung, welche Kent den Flagellaten gibt, sind hier noch anzuschliessen. Wie Diesing zieht er die Gattung Mallomonas zu den Cilioflagellata, dieselbe gehört jedoch zu den Flagellata. Die Volvocinen und Chlamydomonadinen schliesst er als nichtthierische Formen von den Flagellaten aus, nimmt aber dennoch zwei typische Chlamydomonadinen, nämlich die Gattungen Polytoma und Carteria, sowie zahlreiche nächstverwandte Formen unter seine Chrysomonadinae auf, die in jeder Beziehung gleich pflanzlich sind wie die Volvocina. Auch ihm gilt nämlich wie Stein die An- oder Abwesenheit der contractilen Vacuolen für sehr wesentlich zur Unterscheidung thierischer und pflanzlicher Formen, und nach seinen Untersuchungen glaubt er den Volvocinen die contractilen Vacuolen absprechen zu dürfen.

Unsere systematische Eintheilung der Flagellata gibt der folgende Abschnitt im Detail; hier möge zunächst noch der Umfang der gesammten Gruppe eine kurze Erörterung finden.

Wenn nur die einigermassen gesicherten Arten in Betracht gezogen werden, so erscheint die Zahl der jetzt bekannten Flagellatenformen im Allgemeinen nicht sehr ansehnlich. Ich berechne dieselbe auf ca. 185 bis 200 Arten, welche sich auf ca. 110 Gattungen vertheilen. Hieraus dürfte hervorgehen, dass die Sonderung in Gattungen etwas zu weit getrieben wurde, da im Durchschnitt noch nicht zwei Arten auf eine Gattung kommen. Eine Verringerung der Gattungszahl dürfte sich demnach in der Zukunft wohl empfehlen. Unter der angegebenen Zahl von Arten finden sich ca. 18 marine und etwa 20 parasitische. Es kann wohl als sicher angenommen werden, dass unsere derzeitige Bekanntschaft mit den Flagellaten eine sehr unzureichende ist und daher die Zukunft noch eine beträchtliche Vermehrung derselben erwarten lässt.

B. Verwandtschaftliche Beziehungen der Flagellaten zu den früher besprochenen Protozoënklassen und zu den einzelligen pflanzlichen Organismen.

Die zum Theil schon früher angedeuteten verwandtschaftlichen Beziehungen der Flagellaten, welche nach sehr verschiedenen Richtungen gehen, erfordern, dass wir diesem Gegenstand noch einige Worte widmen, einmal, um die Ausdehnung, die der Flagellatengruppe hier gegeben wurde, zu rechtfertigen, und ferner um die systematische Stellung der Gruppe als solche genauer zu präcisiren. Das Historische bezüglich des Streites über die Stellung zahlreicher Flagellaten bei den thierischen oder pflanzlichen Organismen wurde früher schon hinreichend erörtert und es ist schon genügend bekannt, dass namentlich die Familien der Chlamydomonadinen und Volvocinen von den Botanikern sehr allgemein unter die Algen aufgenommen und in die Ordnung der Protococcoideae eingereiht werden, in welcher beide Familien gewöhnlich zu einer einzigen verschmolzen erscheinen. Dass meist nur die beiden erwähnten Familien aufgeführt wurden, zahlreiche nächstverwandte Formen dagegen keine Aufnahme fanden, beruhte wohl nur auf der geringen Kenntniss derselben und bei einer Revision des Systemes würde wohl kein Botaniker Anstand nehmen, unsere gesammte Abtheilung der Phytomastigoda, und auch wohl die Familie der Cryptomonadina den Protococcoideae zuzurechnen.

In gleicher Weise wurde häufig versucht, die grünen Eugleninen den einzelligen Algen beizugesellen; in diesem Sinne sprachen sich z. B. schon Bergmann und Leuckart 1852*) aus und später betonte hauptsächlich Cienkowsky (118), auf seine Beobachtungen über die Fortpflanzung der Euglenen im ruhenden Zustand gestützt, ihre Algennatur. Diese Ansicht hat sich aber nie allgemeinere Verbreitung errungen, hauptsächlich wegen der besonderen Bewegungserscheinungen zahlreicher Eugleninen, wiewohl ich hierin gerade am wenigsten einen Grund für ihre Thierheit erblicken möchte. Speciell Cohn, der durch seine zahlreichen Arbeiten auf dem Grenzgebiet der beiden Reiche zu einem Urtheil in dieser Frage besonders berufen war, vertheidigte die animalische Natur der Euglenen und Verwandten, obgleich er mit Entschiedenheit für die Pflanzennatur der Chlamydomonadinen und Volvocinen eintrat. Auch der neueste gründliche Erforscher der Eugleninen, Klebs, gelangte im Wesentlichen zu demselben Resultat, indem er einmal die nicht geringen Differenzen der Organisation zwischen den beiden in Frage stehenden Gruppen besonders betonte und sich weiter namentlich darauf stützte, dass die Euglenen die nächsten Ver-

*) Anatom. physiol. Uebers. d. Thierreichs. Stuttgart 1852, p. 132.

wandten echt thierischer Flagellaten seien, d. h. solcher Formen, welche, mit Mund versehen, sich in thierischer Weise ernähren. Gerade diese grosse Verschiedenheit der Ernährung in der zweifellos natürlichen Gruppe der Euglenoidinen zeigt jedoch, dass wir berechtigt sind, auch Flagellaten von thierischer Ernährungsweise nicht aus der Reihe der Isomastigoden zu entfernen, wenn dieselben in ihrer Organisation die nöthige Uebereinstimmung mit denselben besitzen. So sehen wir denn auch in dieser Gruppe Formen, deren Verwandtschaft mit den Phytomastigoda jedenfalls keine geringe ist, sich thierisch ernähren, wenngleich so entwickelte Mundeinrichtungen, wie sie bei den Euglenoidinen gefunden werden, hier nicht vorkommen, oder doch nicht mehr als solche zu functioniren scheinen (Cryptomonadina). Hieraus dürfen wir aber folgern, dass die Phytomastigoda ebensowohl wie die Eugleninen zu der Flagellatengruppe in weiterem Sinne gerechnet werden müssen. Auch für die Botaniker kann kein Zweifel darüber bestehen, dass die Phytomastigoda die nächsten Verwandten der übrigen Flagellaten sind und sich mit diesen aus gemeinsamer Grundlage entwickelt haben, andererseits führen sie aber unzweifelhaft und direct zu denjenigen einzelligen Wesen über, welche auf die Bezeichnung pflanzliche ein bestimmtes Anrecht haben, nämlich zu den Palmellaceen und Protococcaceen, die nicht nur morphologisch, sondern auch vielfach in ihren Fortpflanzungserscheinungen, die innigsten Beziehungen zu den Phytomastigoda besitzen. Ein Character jedoch ist es, welcher diese beiden Abtheilungen im Grossen und Ganzen scheidet und mich bestimmt, die Phytomastigoden den übrigen Flagellaten inniger anzuschliessen. Bei den Phytomastigoden nämlich ist der Schwerpunct des Lebens in dem beweglichen Zustand concentrirt, in diesem wachsen sie und pflanzen sich gewöhnlich auch fort, wie die übrigen Flagellaten, wogegen in der Reihe der Palmellaceen etc. das eigentliche Leben sich umgekehrt mehr auf die ruhenden, vegetativen Epochen concentrirt. Im Verlaufe dieser geschieht hauptsächlich oder ausschliesslich die Assimilation sowie das Wachsthum und die beweglichen Zustände gehen verhältnissmässig rasch vorüber, d. h. sie sind zu einem blossen Mittel der Fortpflanzung und Ausbreitung herabgesunken (Zoosporen). Kaum brauchen wir zu betonen, dass auch diese Gegensätze keine scharfen sind, da sie ja nur auf einem mehr oder weniger beruhen, und beide Abtheilungen, wie bemerkt, in einander übergehen, was natürlich ein allmähliches Ineinanderfliessen der Gegensätze voraussetzt.

Wir müssen demnach voll anerkennen, dass die Zusammenziehung der Phytomastigoden mit den einzelligen Algen vom Standpunct der Botanik aus gerechtfertigt erscheint, denn sie sind sicher durch genetische Bande mit denselben verknüpft; dagegen gehören sie in einem höheren Sinne auch der Flagellatengruppe an und auf diese hat die Protozoënkunde volles Anrecht, da zahlreiche ihrer Vertreter physiologisch echte Thiere sind und sich andererseits die höhere Thierwelt sonder

Zweifel aus der Flagellatengruppe hervorgebildet hat. Gleicherweise kann jedoch auch die Botanik die Betrachtung der Gesammtgruppe nicht entbehren, da die Phytomastigoda, isolirt von den übrigen Flagellaten, nur ein sehr unvollständiges Bild der Gesammtentwicklung der Gruppe geben würden. Wenn daher eine Organismengruppe wegen ihrer Beziehung zu den zwei grossen Reihen die Bezeichnung Protisten verdiente, so wäre es wohl entschieden die der Flagellaten, und dies wird denn auch noch weiter dadurch belegt, dass die verwandtschaftlichen Beziehungen der Flagellaten wohl nicht nur auf die Protococcoidea und durch diese auch auf die mehrzelligen Algen und schliesslich höheren Pflanzen hinweisen, sondern auch wohl noch auf andere Gruppen einzelliger, den Pflanzen gewöhnlich zugerechneter Organismen. Zunächst meine ich hier die Bacillariaceen, welche namentlich in der Beschaffenheit ihrer Chromatophoren sehr lebhaft an zahlreiche Flagellaten erinnern, so dass ich bei der im Uebrigen sehr isolirten Stellung dieser Gruppe ihr directes Hervorgehen aus flagellatenartigen Wesen nicht für unwahrscheinlich halte.

Weitere Gruppen einzelliger, pflanzlicher Wesen, welche gleichfalls ihren Ursprung direct aus flagellatenartigen herleiten dürften, sind die schmarotzenden Chytridieen und die Myxomyceten. Für die ersteren ist diese Ansicht wohl ziemlich plausibel, denn sie bieten in ihrer Ableitung von farblosen einfacheren Flagellaten ebenso wenig Schwierigkeit wie die Protococcoidea von gefärbten. Etwas schwieriger gestaltet sich dies vielleicht für die Myxomyceten und zu diesem Zwecke wollen wir zunächst einen Blick auf die Beziehungen zwischen den Flagellaten und Sarkodinen werfen. Schon früher wurde hinreichend betont, dass die innigsten Beziehungen zwischen diesen beiden Abtheilungen existiren, d. h. die einfachsten Formen der Flagellaten, die Familie der Rhizomastigina, bildet wegen ihrer zwischen den beiden Abtheilungen schwankenden Organisation geradezu ein Verbindungsglied. Es spricht denn auch Vieles dafür, dass derartige Formen den Ausgangspunct beider Klassen bildeten. Als eine solche Ausgangsform dürfen wir uns etwa eine solche vorstellen, welche ähnlich wie Ciliophrys abwechselnd eine sarkodinenartige und eine flagellatenartige Beschaffenheit anzunehmen im Stande war. In der Reihe der Flagellaten, welche sich aus einer solchen Grundform entwickelte, trat nun der sarkodinenartige Zustand mehr und mehr zurück und der flagellatenartige wurde allmählich der bleibende, wiewohl sich noch vielfach das Vermögen erhalten hat, den sarkodinenartigen Zustand vorübergehend anzunehmen. Das Umgekehrte machte sich dagegen in der Entwicklung der Sarkodinenreihe geltend. Hier trat der Flagellatenzustand mehr und mehr zurück und der sarkodinenartige bildete allmählich die Dauerform, dagegen blieb auch hier die Fähigkeit den Flagellatenzustand anzunehmen, noch vielfach erhalten, beschränkte sich jedoch ähnlich wie bei den Protococcacea auf eine kurze Zeit in Zusammenhang mit der Fortpflanzung. So erklärt sich denn wohl am einfachsten die bei

den Sarkodinen so verbreitete Erscheinung der Schwärmerbildung*). Zugleich fällt durch diese Ableitungsweise der beiden Gruppen die Schwierigkeit weg, welche sich erhebt, wenn man in den Schwärmern der Sarkodinen etwa ähnlich den Vorgängen bei der Entwicklung der Metazoën phylogenetische Vorstufen erblicken will, denn wie ich zuerst gezeigt habe, kann das sogen. biogenetische Grundgesetz auf die Protozoën keine Anwendung finden**).

Es kann nun meiner Ansicht nach keiner Frage unterliegen, dass die sogen. Schleimpilze in inniger genetischer Verwandtschaft zu den einfacheren Sarkodinen (speciell Rhizopoden) stehen. Diese Anschauung hat sowohl in früherer wie in neuerer Zeit eine ganze Anzahl Anhänger gefunden, unter denen ich hier nur de Bary***), Claus†), S. Kent (182), Klein††) erwähnen will. Ist es doch für gewisse Formen bis jetzt zweifelhaft geblieben, ob sie besser den Sarkodinen oder den Schleimpilzen anzuschliessen sind. Ein besserer Beleg für die Beziehungen beider Abtheilungen dürfte wohl schwerlich beizubringen sein und die Ableitung der Myxomyceten von rhizomastiginen-artigen Wesen scheint mir sehr einleuchtend aus ihrem gesammten Lebens- und Ent-

---

*) Wie aus Obigem hervorgeht, acceptire ich, bezüglich der Frage nach der Stellung der Flagellaten unter den Protozoën, in vieler Hinsicht die zuerst von R. S. Bergh ausgesprochene Ansicht (Morphol. Jahrbuch, Bd. 7, „Ueber den Organismus der Cilioflagellaten"). Das Besondere meiner Meinung ist nur, dass ich die vermittelnden Rhizomastigina als Ausgangspunct der Flagellaten- und Sarkodinenreihe nehme.

**) Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. 1876, p. 287.

***) de Bary, die Mycetozoën, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. X. 1864.

†) Claus, Lehrbuch der Zoologie.

††) Klein, Vampyrella, ihre Entwicklung und systematische Stellung, Botan. Centralblatt, Bd. XI, 1882.

Durch das Studium verschiedener Vampyrellaformen gelangte Klein zu der Ansicht, dass diese von uns zu den Heliozoën gezogenen Formen eine nahe Verwandtschaft mit pflanzlichen Organismen, speciell den Myxomyceten und den Chytrydieen besässen und daher diesen zuzurechnen seien, wenngleich er auch ihre Beziehungen zu den Protozoën und vor Allem den Heliozoën nicht in Abrede stellt. Wir vermögen uns dieser Ansicht nicht unbedingt anzuschliessen, obgleich es ja keiner Frage unterliegt, dass alle diese Formen unter einander nahe verwandt sind. Der Anschluss der Vampyrella an die Heliozoën erscheint uns auch jetzt noch am natürlichsten, wogegen sich die Myxomyceten und die Chytrydieen natürlicher von einfachsten Flagellaten, speciell den Rhizomastiginen ableiten lassen. In dieser Hinsicht stimmt meine Auffassung mit der von Kent überein, welche wenigstens die Myxomyceten in dieser Weise abzuleiten sucht. Dass die Myxomyceten eine besondere eigenthümlich entwickelte Gruppe bilden, unterliegt keiner Frage, und mir ist es nicht unwahrscheinlich, dass sich eine Reihe ihrer Eigenthümlichkeiten durch Anpassung an das Leben in der Luft entwickelt haben. Ihre unbedingte Einreihung unter die pflanzlichen Organismen erscheint unter diesen Umständen überhaupt etwas zweifelhaft, da aus ihnen entschieden keine weitere Entwicklung zu höheren pflanzlichen Organismen stattgefunden. Etwas anders verhalten sich in dieser Hinsicht die Chytrydieen, welche nach der Ansicht mancher Botaniker zu höher entwickelten Pilzen überleiten. Die grosse Schwierigkeit, welche die systematische Abgrenzung der Protozoën und Protophyten darbietet, liesse sich ja durch Adoption der Häckel'schen Protistengruppe leicht heben, wenn sich nur dann nicht die doppelte Schwierigkeit einstellte, diese Protisten von den Pflanzen und Thieren abzugrenzen.

wicklungsgang zu folgen, wenn man sich nur von den Vorurtheilen emancipirt, welche durch die lange Zurechnung dieser Formen zu den Pilzen hervorgerufen wurden.

So sehen wir denn, dass auch diese Abtheilung in einem genetischen Zusammenhang mit den Ausgangsformen der Sarkodinen- u. Flagellatenreihe steht.

Noch eine weitere Gruppe protozootischer Wesen, welche wir in diesem Buche schon besprochen haben, dürfte mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit gleichfalls von flagellatenartigen Vorläufern abstammen, die Sporozoën nämlich, d. h. speziell die Gregarinida. Seither zog man es vor, diese Gruppe mehr den Sarkodinen zu nähern und ihren Ausgangspunct etwa unter den einfacheren Rhizopoden zu suchen. Doch hatte diese Ansicht ihre grossen Schwierigkeiten, welche auch schon früher angedeutet wurden. Wie gesagt, scheint es mir naturgemässer, die Gregarinida von Flagellaten abzuleiten und zwar nicht von den einfachsten, sondern von höher entwickelten mit Cuticula versehenen Flagellaten, die in ihrer Anpassung an das parasitische und zunächst wohl allgemein intracellulär-parasitische Leben die Geisseln gänzlich und dauernd verloren haben, ähnlich wie wir solches auch wohl für zahlreiche Angehörige der Rhizopoden und für viele einzellige Algen annehmen müssen, die keine Schwärmerbildung mehr aufweisen. Eine solche Beziehung der Gregariniden zu den Flagellaten ergiebt sich nach meiner Ansicht aus der grossen morphologischen Uebereinstimmung zwischen gewissen Monocystideen und manchen Flagellaten. Manche langgestreckte Monocystideen verhalten sich geissellosen Astasien und Verwandten so ähnlich, namentlich auch hinsichtlich der ganz übereinstimmenden peristaltischen Bewegungen, dass bei oberflächlicher Betrachtung eine Verwechslung leicht möglich erscheint und Stein sich seiner Zeit für berechtigt hielt, den Proteus tenax O. F. Müller's (= Astasia tenax) für eine zufällig aus ihrem Wirthsthier ins umgebende Wasser gerathene Monocystis zu erklären. Dass die eventuell bei den Vorfahren der Gregariniden vorhanden gewesenen Einrichtungen zur Nahrungsaufnahme verloren gingen, scheint in Anbetracht ihres parasitischen Lebens sehr erklärlich. Etwas mehr Schwierigkeit dürfte der stetige Mangel einer contractilen Vacuole bei den Gregariniden bereiten, doch können wir hierauf wohl keinen zu hohen Werth legen, da diese Einrichtung auch vielen Sarkodinen fehlt, andern dagegen sehr entwickelt zukommt und gerade parasitische Flagellaten der contractilen Vacuole zuweilen zu entbehren scheinen. Sehr grosse Uebereinstimmung verrathen dagegen die Kernverhältnisse bei den Gregariniden und Flagellaten sowohl hinsichtlich der Bauweise des Kernes, wie der bei beiden Abtheilungen fast durchgängigen Einzahl dieses Organs. Schwierigkeiten dagegen bereiten zunächst noch die eigenthümlichen Fortpflanzungserscheinungen der Gregarinida, doch erheben sich diese in gleichem Maasse bei einer Vergleichung dieser Formen mit den Sarkodinen und lassen sich zunächst ebenso leicht oder schwer von denen der Flagellaten ableiten

In Erwägung dieser Gründe halte ich daher eine Ableitung der Gregarinida von flagellatenartigen Wesen dem Stande unserer heutigen Kenntnisse am entsprechendsten.

Noch blieb eine Richtung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Flagellaten unerörtert, welche hier gleichfalls einiger Worte bedarf, nämlich die zu den sogen. Schizomyceten, welche von den älteren Forschern unbedenklich in näheren Zusammenhang mit den Flagellaten gebracht, ja in einzelnen Formen denselben sogar eingereiht wurden, in neuerer Zeit dagegen gewöhnlich den Pflanzen zugerechnet und in einen näheren Zusammenhang mit den Pilzen gebracht wurden. Nun dürfte es wohl keiner Frage unterliegen, dass dieselben mit denjenigen pflanzlichen Organismen, welche als die typischen Abtheilungen der im Ganzen ja überhaupt noch wenig natürlichen Gruppe der Pilze zu betrachten sind, keine näheren Verwandtschaftsverhältnisse besitzen, im Gegentheil sind die Botaniker geneigt, sie einer Algengruppe, den sogen. Schizosporeae näher anzuschliessen, d. h. etwa als die saprophytisch lebende Parallelgruppe dieser Spaltalgen zu betrachten und, wie ich glaube, mit Recht. Dennoch lässt eine Betrachtung der Organisation und Entwicklungsverhältnisse der einfacheren Schizomyceten kaum verkennen, dass auch zu den einfacheren Flagellaten Beziehungen existiren, die sich hauptsächlich daraus ergeben, dass zahlreiche dieser Spaltpilze in ihrem Entwicklungsgang Schwärmzustände besitzen, welche sich durch den Besitz einer bis zahlreicher Geisseln den Flagellaten nähern. Wir haben volles Recht, das Auftreten solcher Schwärmzustände bei den grünen Algen im Allgemeinen auf ihre Abstammung von flagellatenartigen Organismen zurückzuführen, und wir dürfen daher auch eine Ausdehnung derselben Anschauungsweise auf die Schizomyceten nicht als unnatürlich betrachten. Dazu gesellt sich noch, dass sich diese Schwärmzustände der Schizomyceten kaum als so rasch vorübergehende, mit der Fortpflanzung und Ausbreitung der Art in Beziehung stehende Lebensstadien darstellen, als welche sie sich z. B. bei den eigentlichen Algen präsentiren. Bei den Schizomyceten sind die Schwärmzustände vielmehr gewöhnlich als den nichtschwärmenden ziemlich gleichberechtigte Phasen in der Lebensgeschichte des Organismus aufzufassen, deren Eintritt im Allgemeinen von besonderen äusseren Bedingungen abhängig ist, also vergleichbar etwa mit der Abwechslung ruhender und beweglicher Phasen in dem Lebensgang der Chlamydomonadinen. Dieser Satz gilt zum mindesten wohl für die einfacheren Spaltpilze, weniger dagegen für manche entwickeltere, mit complicirteren und grösseren Vegetationsformen (Chladothrix, Beggiatoa etc.), wo die Schwärmerbildung wohl mehr denselben Character wie bei den Algen annimmt. Dass sich die Schwärmzustände während der Bewegung häufig theilen und auch zur Bildung von Dauersporen zu schreiten vermögen, sind Erscheinungen, die gleichfalls für ihre Beziehungen zu den Flagellaten sprechen. Weiterhin sind die Organisationsverhältnisse zahlreicher Schizomycetenschwärmer im Ganzen

so wenig abweichend von denjenigen einfacher Flagellaten, dass, eine der Kleinheit und saprophytischen Lebensweise entsprechende Vereinfachung derselben bei den Schizomyceten zugegeben, eine scharfe Scheidung zwischen beiden häufig schwer genug durchführbar sein wird. Der stetige Mangel eines Zellkerns bei den Schizomyceten wäre wohl im Allgemeinen als ein wichtiger Unterschied zu betrachten, doch empfiehlt es sich gewiss, das Urtheil gerade hierüber noch etwas zurückzuhalten und die Aufschlüsse der Zukunft über die Kernfrage in den Abtheilungen der Schizomyceten und Schizosporeen abzuwarten. Auf den stetigen Mangel contractiler Vacuolen bei den Schizomyceten dürfte aus denselben Gründen, welche oben schon bezüglich der Gregariniden angeführt wurden, kein besonderer Werth gelegt werden.

Dagegen möchte ich noch auf einige specielle Vergleichspuncte zwischen den beiden Gruppen hinweisen. Einmal ist es auffallend, dass sich auch unter den Flagellaten häufig eine Tendenz zu schraubiger Aufrollung bemerklich macht, die ja bei den Schizomyceten vielfach so characteristisch hervortritt. Nicht nur einfachere Flagellaten, wie z. B. Bodo angustatus, verrathen diese Neigung häufig recht deutlich, sondern auch höher ausgebildete Formen, so gewisse Euglenoidinen (Phacus, Astasiopsis). Bezüglich der Fortpflanzung ist kaum ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Abtheilungen zu constatiren; auch die Flagellaten zeigen ja nicht selten Quertheilung, die bei den Schizomyceten die Haupttheilungsform bildet und mit dieser wechselt doch auch hier nicht selten Längstheilung ab. Die sogen. Dauersporenbildung der Spaltpilze ist eine sehr eigenthümliche und steht einstweilen auch auf pflanzlichem Gebiet ziemlich unvermittelt da. Wenn jedoch diese endogene Sporenbildung überhaupt mit ähnlichen Erscheinungen verglichen werden soll, so dürften sich gerade die endogen entstehenden Dauerzustände gewisser Flagellaten (Monas, Chromulina) zunächst darbieten, ja mir scheint, dass sie recht wohl mit der Sporenbildung der Schizomyceten homologisirt werden können.

Auf Grund vorstehender Erwägungen möchte ich daher schliessen, dass die Schizomyceten in einem ähnlichen genetischen Verhältniss zu ungefärbten saprophytischen Flagellaten stehen, wie die Palmellaceen zu den Phytomastigoden. Wie bei den Palmellaceen und Protococcaceen die vegetative Phase des Daseins mehr und mehr die Oberhand gewinnt und damit verknüpft auch morphologisch der vegetative Ausbau sich allmählich complicirter gestaltet, so tritt Aehnliches wohl auch unter den Schizomyceten hervor, deren höhere Formen dies in der Entwicklung ansehnlicherer fädiger bis verzweigter Vegetationsformen zum Ausdruck bringen.

Ein Festhalten der Beziehungen der Schizomyceten zu den Flagellaten schliesst nun aber keineswegs aus, dass deren Zusammenhang mit den Schizosporeae unter den Algen ein recht inniger ist. Vielmehr scheint mir dies nur darauf hinzuweisen, dass auch diese Schizosporeae, obgleich

in ihrer Lebensgeschichte, soweit dies bis jetzt bekannt ist, der flagellatenartige Schwärmzustand fehlt, dennoch in ähnlichen Beziehungen zu den Flagellaten stehen wie die übrigen einzelligen Algen. Speciellere Vermuthungen über die Ableitung der beiden Gruppen der Schizosporeae und -mycetes von flagellatenartigen Vorläufern dürften zur Zeit noch wenig Aussicht auf Erfolg haben, da es zunächst kaum feststellbar sein wird, welche derselben als die genetisch ältere aufzufassen ist. In dieser Hinsicht ist die Lösung der Frage, welche Lebensweise wohl die ältesten Organismen besassen, nämlich eine saprophytische oder eine holophytische, von besonderer Wichtigkeit. Ich glaube zwar, dass die Wahrscheinlichkeit für das erstere spricht, da die holophytische Lebensweise einen höheren Organisationsgrad voraussetzt und demnach als die später entwickelte betrachtet werden muss, doch bleibt dies zunächst nur aprioristische Vermuthung.

C. Specielle Darstellung des Systems bis auf die Gattungen herab.

1. Unterordnung Monadina Bütschli.

Kleine, bis kleinste Formen von einfachem Bau; nackt und sehr häufig mehr oder weniger amöboid; jedoch z. Th. mit Gehäusen. Meist farblos, selten mit Chromatophoren. Mit 1 vorderen ansehnlichen Geissel oder daneben noch 1—2 kleinen Nebengeisseln. Besondere Mundstelle theils fehlend, theils an Geisselbasis vorhanden und nie in einen wohl entwickelten Schlund fortgesetzt.

1. Familie Rhizomastigina (= Ordn. Rhizoflagellata p. p. S. Kent 1880).

Einfache, mundlose Formen mit 1—2 Geisseln; entweder ständig eine theils mehr rhizopoden-, theils mehr heliozoënartige Pseudopodienentwicklung darbietend, oder leicht aus einem flagellatenartigen, pseudopodienlosen Zustand in einen sarkodinenartigen übergehend. Dabei bleiben die Geisseln entweder erhalten oder gehen ein. Nahrungsaufnahme mit Hülfe der Pseudopodien.

Mastigamoeba F. E. Schulze 1875 (149); Kent (182).

Synon. Amoeba Carter (117), Tatem (129); Astasia p. p. Fromentel (146) und Mereschkowsky (174); geisseltragender Rhizopode Bütschli (171); Cercomonas Stein p. p. (167); Rhizomonas Kent (182), Monas p. p. Kent (183).

T. 39, Fig. 9—10.

Gestalt im Allgemeinen oval (L. 0,02—0,1 Mm.), jedoch durch Entwicklung mehr oder weniger zahlreicher fingerförmiger bis verästelter Pseudopodien amöboid veränderlich. 1 meist ansehnliche Geissel. Differenzirung von Ecto- und Entoplasma z. Th. recht deutlich, z. Th. fehlend. Eine bis mehrere contractile Vacuolen. Aus dem kriechenden amöboiden Zustand zuweilen unter Einziehung des grösseren Theils der Pseudo-

podien in einen flagellatenartig schwimmenden übergehend. Selten (sog. Rhizomonas verrucosa S. K.) Abscheidung einer Gallerthülle.

Fortpflanzung?

Süsswasser. Europa und Ostindien. Artzahl ca. 5—6.

Ciliophrys Cienk. 1876 (159); Tatem (140); Bütschli (171).

Synon. Sterromonas p. p. Kent (182) u. Entwicklungszustand d. Actinophrys sol. ibid.

T. 39, Fig. 7.

Im sarkodinenartigen Zustand der Geisseln entbehrend und etwa von Gestalt einer Nuclearia oder Actinophrys. Mit 1—3 kleinen contractilen Vacuolen. Im Flagellatenzustand (Länge 0,025—0,03 Mm.) mit 1—2 Geisseln, welche am vorderen Pol des etwa ovalen Körpers stehen. Uebergang aus dem einen in den anderen Zustand häufig beobachtet. Vermehrung durch Theilung im heliozoënartigen Zustand constatirt, wobei die Sprösslinge Flagellatengestalt annehmen. Auch Vereinigung mehrerer Individuen im heliozoënartigen Zustand ähnlich wie bei Actinophrys.

Süsswasser. Europa. Artzahl 1.

Dimorpha Gruber (188) 1881.

Unterscheidet sich von Ciliophrys wesentlich nur durch steten Besitz zweier gleicher Geisseln, die auch im heliozoënartigen Zustand erhalten bleiben. (Durchmesser im Heliozoënzustand 0,015 Mm.)

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Die Möglichkeit der Zusammengehörigkeit mit Ciliophrys ist bis jetzt noch nicht als ausgeschlossen zu betrachten.

Actinomonas Kent (182) 1880.

T. 39, Fig. 8.

Bis jetzt nur im heliozoënartigen Zustand (Durchm. 0,008—0,013 Mm.) beobachtet, der ähnlich dem von Ciliophrys und Dimorpha erscheint und 1 Geissel besitzt. Unterschieden von den zwei vorhergehenden Gattungen wesentlich durch Befestigung mittels eines verschieden langen Stiels, der pseudopodienartiger Natur zu sein scheint.

Marin. Europa. 2 Arten.

Anhang zu der Familie der Rhizomastigina.

Trypanosoma Gruby 1843 (45); Valentin (42), Gluge (43), Remak (Canstatt's Jahresb. 1842, p. 10); Berg (Arch. skandin. Beitr. z. Naturgesch., Th. I. 1845); Creplin (ibid.); Siebold (Z. f. wiss. Zool. II.); Wedl (68); Leydig (73); Eberth (110); Rättig (150); Gaule (179); Kent (182); Certes (189).

Synon. Amoeba Mayer (44), Monas Lieberkühn (Bewegungsersch. der Zellen). ? Globularia Wedl (68), Undulina R. Lankester (185), Paramecioides Grassi (193), Haematomonas Mitrophanow (202).

T. 39, Fig. 5—6.

Kleine bis mittelgrosse Formen (im gestreckten Zustand bis 0,08 Mm. Länge). Körpergestalt meist veränderlich, indem Streckung und Verkürzung abwechseln können. Gestalt daher theils lang faden-

förmig mit beiderseits zugespitzten Enden, theils kürzer, bis birn-, sack- oder blattförmig, ja zuweilen bei starker Contraction sogar kuglig. Langgestreckte Formen oder Zustände zeigen, wie es scheint, häufig auch mehrere schraubige, spirillenartige Zusammendrehungen des Körpers. Längs des Körpers, gewöhnlich in seiner gesammten Ausdehnung, zieht eine zarte undulirende Membran hinab, welche die meist raschen, gewissermassen flatternden Bewegungen bedingt. Bei ansehnlicher Entwicklung setzt sich das eine Ende dieser Membran bei einem Theil der Formen in eine feine Geissel fort, doch ist es zweifelhaft, ja unwahrscheinlich, dass sich eine solche Geissel bei allen Formen entwickelt. Sowohl Geissel wie Membran können völlig eingezogen werden und dann scheint ein amöboider Zustand einzutreten. Nucleus z. Th. nachgewiesen (Lankester), nach Certes soll er bei Tr. Balbianii sicher fehlen. Contractile Vacuole fehlt wohl sicher. Aufnahme fester Nahrung sehr unwahrscheinlich. Vermehrung durch Theilung (Certes).

Parasitisch. Blut von Fröschen (Rana, Hyla) und Fischen (Salmo, Cobitis, Carassius, Rochen); Schildkröten (Leydig und Künstler, Compt. rend. Oct. 83). Daher auch zuweilen im Darm wirbelloser Thiere, die sich von dem Blut der oben erwähnten ernähren (so Piscicola, Pontobdella, Ixodes testudinis). Als Darmschmarotzer im Magen von Ostrea edulis; in den Coeca und dem Ileum der Hühner, Feldhühner, Gänse und Enten, hauptsächlich in den Lieberkühn'schen Drüsen. Eine wahrscheinlich gleichfalls hierhergehörige Form fand Leydig gelegentlich in der Leibeshöhle eines Räderthieres (Lacinularia).

2. Familie Cercomonadina Kent emend.

Kleine bis sehr kleine Formen von ovaler bis langgestreckter Gestalt, die häufig durch amöboide Bewegungen etwas veränderlich ist; speciell das Hinterende ist durch amöboide Beweglichkeit nicht selten ausgezeichnet. Im Allgemeinen ist jedoch der Flagellatenzustand der herrschende. 1 ansehnliches, nach vorn gerichtetes Flagellum am vorderen Pol. Nahrungsaufnahme, soweit bekannt, wohl gewöhnlich mit Hülfe einer nahrungsaufnehmenden Vacuole an der Geisselbasis, vielleicht auch zuweilen in amöboider Weise. Fortpflanzung durch Zweitheilung im beweglichen Zustand und durch Sprösslingsbildung im encystirten Ruhezustand.

Cercomonas Dujardin 1841 (39) emend.; Stein (167) p. p.; Dallinger und Drysdale (143, I.); Kent (182).

Synon. Reptomonas S. Kent (182).

T. 39, Fig. 10—12.

Klein (Länge einschliesslich des Schwanzes bis 0,06 Mm.), farblos. Gestalt kuglig bis oval. Vorderende mit mächtiger Geissel; Hinterende in einen langen, geissel- bis pseudopodienartigen Schwanzfaden ausge-

zogen. Zuweilen auch Entwicklung spitziger Pseudopodien am Hinterende. Nucleus in vorderer Körperhälfte; 1 bis mehrere contractile Vacuolen vorn oder seitlich. Mundstelle an der Geisselbasis (Stein). Vermehrung durch Längstheilung; ? Quertheilung (Dall. u. Drysd.). Copulation und Sporulation (Dall. u. Drysd.). Süsswasser und Infusionen, wahrscheinlich auch parasitisch.

Europa. Artzahl ca. 3.

Parasitische, zu Cercomonas gerechnete Formen wurden schon seit langer Zeit eine ganze Anzahl beschrieben (s. hierüber hauptsächlich bei Davaine 152). Doch haben es die neueren Untersuchungen für viele dieser Fälle zweifelhaft gemacht, ob die geschenen Flagellaten wirklich Cercomonadinen waren. Unter der speciell beim Menschen beschriebenen Cercomonas hominis oder intestinalis haben sich sicher häufig nicht zu dieser Gattung gehörige Formen (s. später bei Megastoma und Monocercomonas) befunden; dennoch halte ich es für wahrscheinlich, dass auch zuweilen echte Cercomonaden im Darm etc. der Menschen beobachtet wurden, wenigstens weisen die wohl genauen Beobachtungen von Eckekrantz (128), sowie die von Leuckart (Parasiten des Menschen, 2. Aufl.; Original 155) mitgetheilten Befunde Lambl's über Flagellaten aus der Umgebung einer Echinococcusblase der menschlichen Leber, einstweilen hierauf hin.

Wie eine Cercomonas erscheint auch der jüngst von Künstler*) wieder aufgefundene sogen. Bodo urinarius Hassal's aus dem menschlichen Urin gewisser Kranken. Derselbe besitzt jedoch zwei vordere Geisseln und daher ist es zur Zeit fraglich, ob er sich mehr an Cercomonas oder die Amphimonadinen anschliesst.

Herpetomonas Kent (182) 1880, Bütschli (171), Lewis (172).

Synon. Bodo Burnett (75); Leidy (1857); Leptomonas Kent (182); Cercomonas p. p. Stein (167); Monomita Grassi (193).

T. 40, Fig. 1.

Erwachsen langgestreckt, nahezu stabförmig (L. = 0,03—0,05 Mm.); mit mehr verschmälertem Hinter- und zugespitztem Vorderende. Letzteres mit einer Geissel; dicht hinter deren Basis eine contractile Vacuole. Nucleus unsicher (1—3 nucleusartige Körperchen nach Grassi). Im erwachsenen Zustand der Körper ziemlich starr, im jugendlichen dagegen weniger langgestreckt und sowohl schlängelnder, wie krümmender bis einrollender Bewegung fähig. Vermehrung durch Längstheilung (und gleichzeitig ? Quertheilung nach Grassi).

Parasitisch, Darm von Musca (Europa und Nordamerika), Trilobus (freilebender Nematode), Blut von Mus. decumanus und rufescens (Ostindien), Cricetus frumentarius. Artzahl ca. 2.

Oikomonas Kent (182) 1880.

Synon. Monas James-Clark p. p. (124), ? Cienkowsky p. p. (M. irregularis); Kent (182) p. p.; Spumella p. p. Bütschli (171); Cercomonas Stein p. p. (167); ? Pseudospora Cienkowsky p. p. (parasitica und Nitellarum).

T. 40, Fig. 1—5.

Klein bis sehr klein (L. bis etwa 0,015 Mm.); Gestalt im freischwimmenden Zustand etwa oval bis länglich, häufig mit etwas zuge-

*) Communicat. à la société d'anatomie et de physiologie de Bordeaux. 27. Novbr. 1883.

spitztem Hinterende. Mehr oder minder durch amöboide Bewegungen zeitweise gestaltveränderlich, hauptsächlich das Hinterende, mit dem sich ein Theil der hiehergehörigen Formen häufig vorübergehend festheftet, wobei es sich stielförmig auszieht. Neben der Geisselbasis häufig eine etwas vorspringende Lippe, in welcher die Nahrungsaufnahme mittels einer Vacuole geschieht. Eine bis mehrere contractile Vacuolen, gewöhnlich in der Mittelregion, daselbst auch ein bläschenförmiger Nucleus. Vermehrung durch Längstheilung, sowie durch Sprösslingsbildung im encystirten Ruhezustand.

Mehrere Arten. Süsswasser. Infusionen und wohl auch marin. Europa und Nordamerika.

Kent (182) stellt neben Oikomonas noch eine Gattung Monas, welche sich wesentlich nur dadurch von der ersteren unterscheidet, dass sich die zu ihr gezogenen Formen nicht vorübergehend anheften, sondern stets schwimmend gefunden werden. Da ich diese Eigenthümlichkeit vorerst nicht für hinreichend wichtig erachte, um darauf eine Trennung der beiden Gattungen zu basiren, bemerke ich noch, dass die meisten der zahlreichen von Kent unter Monas aufgeführten Arten auf ganz unzureichenden Aufstellungen älterer Beobachter basiren. Die einzige Form, welche etwas genauer bekannt ist und deren Eigenthümlichkeiten vielleicht auch die Errichtung einer besonderen Gattung rechtfertigen würde, ist die sog. „eiförmige Monade" Dallinger und Drysdale's (145, III.), welche Kent als Monas Dallingeri an die Spitze seiner Gattung stellt.

Ancyromonas Kent 1880 (182).
T. 40, Fig. 7.

Klein (L. = 0,006 Mm.), farblos; Gestalt etwa fragezeichenartig. Geissel nach rückwärts gewendet und geschlängelt. Zeitweise Festheftung mittels des Geisselendes. Nahrungsaufnahme ?. Nucleus in Körpermitte. Vermehrung durch schiefe Quertheilung (?), Encystirung und Sporulation. Marin; 1 Art. Europa.

3. Familie Codonoecina Kent.

Kleine farblose Monaden von oikomonasähnlichem Bau, welche ein festgeheftetes gallertiges oder häutiges Gehäuse abscheiden.

Codonoeca James-Clark (124) 1866, Kent (182).
T. 40, Fig. 9.

Gehäuse (L. bis 0,014 Mm.) oval bis pokalförmig, farblos und wahrscheinlich gallertig, mit ziemlich weiter Mündung, auf verschieden langem Stiel befestigt. Die Monade füllt das Gehäuse nur z. Th. aus. 1 hintere contractile Vacuole. Nucleus ?. Nahrungsaufnahme ?. Fortpflanzung ?. Süss- und Salzwasser. 2 Arten; Europa und N.-Amerika.

? Platytheca Stein 1878 (167).
T. 40, Fig. 8.

Gehäuse oval (L. ca. 0,018 Mm.), gelbbraun und häutig, ziemlich abgeplattet und mit einer Seite flach aufgewachsen. Die polare Mündung sehr klein. Thier mit geisselartigem aus der Mündung hervorschauendem, jedoch bis jetzt nur unbeweglich beobachtetem Anhang. Nucleus im

Hinterende; 1 bis mehrere contractile Vacuolen im Vorderende. Vermehrung durch Theilung im Gehäuse.

Süsswasser. 1 Art. Europa.

4. Familie Bikoecina Stein.

Gehäusebildende Monaden von eigenthümlichem Bau. Gestalt etwa oval, mit meist breiterem Hinter- und etwas verschmälertem Vorderende. Letzteres trägt eine ansehnliche Geissel*) und daneben einen etwas verschieden beschaffenen Peristomfortsatz, auf welchem, oder zwischen welchem und der Geisselbasis die Mundstelle liegt. Nahrungsaufnahme sicher. Hinterende mit einem zarten sehr contractilen fadenartigen Fortsatz im Grunde des Gehäuses befestigt. Letzteres vasen- bis fingerhutförmig und gewöhnlich auf einem zarten Stiel befestigt. Z. Th. Koloniebildung. Nucleus etwa in Körpermitte; 1 contract. Vacuole**) im Hinterende. Vermehrung durch Quertheilung in dem Gehäuse.

Bicosoeca James-Clark (124) 1867; Kent (138 u. 182); Bütschli (171); Stein (167).

T. 40, Fig. 10.

Unterscheidet sich von der folgenden Gattung hauptsächlich durch den gewöhnlichen Mangel der Koloniebildung und durch weniger entwickelten zungenförmigen Peristomfortsatz. Gehäusestiel von mässiger Länge.

Süss- und Salzwasser. Europa und N.-Amerika. Artzahl unsicher.

Kent beschreibt nicht weniger wie 5 Species, die mir jedoch grossentheils unsicher erscheinen.

? Hedraeophysa Kent (182) soll sich nur dadurch von Bicosoeca unterscheiden, dass das Gehäuse ohne Stiel direct aufgewachsen ist; mir scheint daher die Berechtigung zu generischer Sonderung unsicher.

1 marine Art. Europa.

Poteriodendron Stein (167) 1878.

Synon. ? Stylobryon J. Frommentel (146), Kent (182); Bicosoeca Bütschli (171) p. p.

Monaden mit einem breiteren, mehr rüsselartigen Peristomfortsatz; koloniebildend, indem sich die jungen Individuen auf dem Mündungsrand der Gehäuse der älteren ansiedeln. Stiele gewöhnlich lang.

Süsswasser. Artzahl 1. Europa.

Unsicher in ihrer Hierhergehörigkeit scheint mir die sogen. Stylobryon epistyloides von Kent (T. 41, Fig. 3), da hier mehrere Individuen auf dem Ende eines Stieles stehen sollen; ebenso auch die Stylobryon insignis From., deren Einzelindividuen auf den Enden eines verzweigten Stieles befestigt sind.

5. Familie Heteromonadina Bütschli.

Kleine, farblose Monaden, ausgezeichnet durch Besitz einer vorderen Hauptgeissel, welche von ein bis zwei dicht neben ihr stehenden kleinen,

*) Kent behauptet dagegen noch das Vorhandensein einer kleineren Nebengeissel.

**) Nach Kent 2—3.

wellig bewegten Nebengeisseln begleitet wird. Häufig koloniebildend und dann mit vom Hinterende ausgeschiedenem Stiel versehen. Vermehrung der Einzelmonaden durch Längstheilung.

a. Unterfamilie Monomonades Bütschli.

Charakterisirt durch Mangel der Koloniebildung und eines Peristomfortsatzes, sowie durch häufige Vermehrung der Nebengeisseln auf zwei.

Monas (Ehrbg.) emend. Stein 1878 (167).

Synon. Spumella Cienk. (134), Bütschli (171). Kent (182); ? Physomonas Kent (182); ? Paramonas Kent (182).

T. 40, Fig. 12—13; 41, Fig. 1—2.

Gestalt kuglig bis länglich oval (L. = 0,03 Mm.). Freischwimmend oder vorübergehend durch mässig langen zarten, pseudopodienartigen Faden des Hinterendes befestigt. Körper zuweilen etwas amöboid, kurze pseudopodienartige Fortsätze aussendend. Vorderende neben der Hauptgeissel mit 1—2 kleinen Nebengeisseln und häufig einer sogen. Mundleiste, sowie zuweilen einem Augenfleck. Kern in vorderer Körperhälfte; 1—2 contractile Vacuolen am einen Seitenrand. Nahrungsaufnahme durch Mundvacuole neben der Geisselbasis gewöhnlich.

Süsswasser (Salzwasser Kent ?). Sichere Arten 2. Europa.

?Sterromonas Kent (182) 1880.

Diese von Kent aufgestellte Gattung (L = 0,014—0,021 Mm.) scheint mir, obgleich er sie zu den mit Mund versehenen Formen zieht, kaum hinreichend von Monas unterschieden (in der Gattungsdiagnose heisst es „oral aperture indistinct"). Die hauptsächlichsten Differenzen wären einmal die ziemlich starre Körperbeschaffenheit und zweitens der Umstand, dass die grössere Geissel meist bewegungslos und gestreckt umhergetragen wird. Die kleine Geissel dagegen vibrirt gewöhnlich lebhaft. Nicht festgeheftet. 1 Art. Infusionen.

b. Unterfamilie Dendromonades Stein (Fam.).

Charakterisirt durch Koloniebildung, einen Peristomfortsatz und stets nur eine Nebengeissel.

Dendromonas Stein 1878 (167), Kent (182).

Synon. Epistylis Weisse (55), Schmarda p. p. (65); Anthophysa Kent (138); Cladonema Kent (182).

T. 41, Fig. 6—7.

Monaden von ähnlichem Bau wie Anthophysa, doch kürzer und gedrungener. Ansehnliche Kolonien bildend, indem die Einzelwesen auf den Enden eines dichotomisch verästelten, ziemlich dünnen und farblosen, aber festen Stielgerüstes befestigt sind, so dass sie sämmtlich auf ziemlich gleicher Höhe stehen und das gesammte Stielgerüst eine Dolde bildet. 1 contractile Vacuole nach Stein dicht hinter der Geisselbasis (nach Kent 2 im Hinterende).

Süsswasser. Artenzahl ca. 2. Europa.

Cephalothamnium Stein 1878 (167), Kent (182).

Synon. Anthophysa Kent 1877 (Proc. of Linnean soc.).

T. 41, Fig. 8.

Monaden ähnlich Anthophysa. Stielgerüst solid, steif, farblos, kurz und höchstens ein bis zweimal dichotomisch verästelt. Auf den Stielenden Gruppen von Monaden in sehr verschiedener Zahl. (Auch hier gibt Kent im Gegensatz zu Stein die Lage der contractilen Vacuole im Hinterende an.)

Süsswasser, auf Cyclops aufgewachsen. Arten 1—2. Europa.

Anthophysa Bory d. Vinc. 1824 (Dict. class. d'hist. nat.), Dujardin (27, 39), Perty (76), Cohn (86); Archer (120); James-Clark (124); Bütschli (171), Stein (167), Kent (182).

Synon. Volvox p. p. O. F. Müll. (12), Vorticella p. p. Schrank (14), Epistylis Ehrbg. p. p. (32), Uvella (uva, chamaemorus, glaucoma, ? atomus) Ehrbg. (32), Bodo (socialis) Ehrbg. (32), Sterreonema Kützing, Cercomonas (vorticellaris) Perty (76), Dimastix Dies. (121)

T. 41, Fig. 5.

Monaden klein (L. bis 0,03 Mm.), Gestalt gewöhnlich etwas länglich kegelförmig mit verbreitertem und mässig schief abgestutztem Vorderende, das sich einerseits in einen schnabelartig zugespitzten Peristomfortsatz auszieht. Am Grunde desselben entspringt die ansehnliche Hauptgeissel und dicht daneben, auf der dem Schnabel abgewendeten Seite, die kleine Nebengeissel. Neben dieser die Mundstelle. 1 contractile Vacuole in der vorderen Körperhälfte und in gleicher Höhe der Nucleus.

Einzelmonaden bis zu 50 und 60 in kugligen Gruppen auf den Enden eines dichotomisch verzweigten dicken Stielgerüstes zusammengestellt. Jugendliche Stieltheile farblos und weich, ältere gelbbraun und steif. Vermehrung der Monadengruppen durch Zweitheilung; häufig lösen sich die Gruppen von ihren Stielen und zerfallen in die einzelnen Individuen.

Süsswasser. Europa und N.-Amerika. 1 Art.

c. Unterfamilie Dinobryinae Ehrbg. (Fam.).

Monaden hauptsächlich durch Besitz zweier grünlicher bis bräunlicher Chromatophorenplatten ausgezeichnet. 1 Haupt- und 1 Nebengeissel. Häutige Gehäuse ähnlich den Bikoecinen, mit welchen sie auch die Befestigung im Gehäusegrund und die Contractions- und Rückziehungsfähigkeit theilen. Ernährung wahrscheinlich holophytisch.

Dinobryon Ehrbg. 1838 (32), Dujardin (39), Perty (76), Claparède u. Lachm. (154), Bütschli (171), Stein (167), Kent (182), Pelletan (204).

T. 41, Fig. 9 und T. 42, Fig. 1.

Gestalt der Gehäuse becher- bis vasenförmig (L. bis 0,1 Mm.); mit zugespitztem bis stielförmig ausgezogenem Hinterende. Freischwimmend. Koloniebildung ähnlich Poteriodendron, indem sich die jugendlichen Individuen in dem Mündungsrand der älteren Gehäuse, seltener dagegen auf deren Aussenrand ansiedeln. In solcher Weise entstehen freischwimmende, buschförmige Kolonien. Vorderende der Monaden ohne Peristomfortsatz,

mit Augenfleck; Nucleus central, 1—2 contractile Vacuolen in der vorderen Körperhälfte. Vermehrung durch Längstheilung im Gehäuse. Encystirung ausserhalb der Gehäuse.

Süsswasser. Europa und N.-Amerika Sichere Arten 2, daneben noch einige unsichere.

Epipyxis Ehrbg. (32) 1838, Stein (167), Kent (182).

T. 42, Fig. 2.

Unterscheidet sich von Dinobryon wesentlich nur durch den Mangel der Koloniebildung und die gewöhnliche Festheftung der Gehäuse (Länge ca. 0,045 Mm.). Auf der der Nebengeissel entgegengesetzten Seite gewöhnlich ein zugespitzter Peristomfortsatz. Vermehrung durch schiefe Quertheilung im Gehäuse.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

d. Unterfamilie Urogleninae Bütschli.

Monaden sehr ähnlich Dinobryon (L. = 0,01—0,015 Mm.); koloniebildend durch Vereinigung sehr zahlreicher Individuen in einer Gallertkugel, der sie dicht unter der gesammten Oberfläche radial eingelagert sind. Hinterende der Einzelmonaden zugespitzt bis abgerundet. (Vereinigung der Schwanzfäden im Centrum der Kolonie, wie Kent mit Ehrenberg annimmt, unwahrscheinlich.) Vermehrung der Einzelmonaden durch Theilung. Vermehrung der Kolonien durch Theilung nicht unwahrscheinlich. Nahrungsaufnahme nicht beobachtet, wahrscheinlich holophyt.

Uroglena Ehrbg. 1833 (Abh. d. Berl. Ak.) (32), Bütschli (171), Stein (167), Kent (182).

T. 42, Fig. 3.

Charaktere der Unterfamilie. Durchm. der Kolonien bis über 0,1 Mm. Süsswasser. Europa. 1 Art.

2. Unterordnung Euglenoidina.

Im Allgemeinen grössere und höher entwickelte eingeisselige Formen, von monaxonem oder ein wenig asymmetrischem Bau. Cuticula gewöhnlich vorhanden, daher amöboide Bewegung ausgeschlossen, dafür jedoch sehr häufig energisches Contractionsvermögen; doch gibt es auch zahlreiche starre Formen. Farblos oder gefärbt und dementsprechende Unterschiede in der Ernährungsweise. Um die Geisselbasis oder dicht hinter derselben fast stets eine feine oder weitere Mundöffnung, welche in einen wenig bis sehr ansehnlich entwickelten Schlund führt; contractile Vacuolen stets in der Nähe dieses Schlundes und häufig mit Reservoir. Selten tritt eine Vermehrung der Geisseln zu zwei ein, die entweder gleich gross oder in Länge verschieden sind; Formen von letzterer Ausbildung zeigen eine Annäherung an die Heteromastigoda, indem die eine der beiden Geisseln gewöhnlich nach hinten gerichtet getragen wird, doch erreicht diese hintere Geissel hier niemals eine so ansehnliche Länge wie die der

Heteromastigoden. Wenngleich die Abtheilung der Euglenoidina im Ganzen eine sehr natürliche ist, lässt sich doch, wie zu erwarten, keine scharfe Grenze zwischen ihr und den Monadina ziehen, da die einfacheren Formen der ersteren (speciell gewisse Coelomonadinen) allmählich in die letzteren übergehen. Ebenso ist, wie bemerkt, auch die Abgrenzung der Euglenoidina gegen die Heteromastigoda keine scharfe.

6. Familie Coelomonadina Bütschli.

Gefärbte Euglenoidina mit zahlreichen kleinen chlorophyllführenden oder 1—2 grösseren plattenartigen, grünen bis braunen Chromatophoren. Nackt oder mit wenig entwickelter Cuticularschicht, die wahrscheinlich stets ungestreift. Mehr oder weniger contractil, selten starr. Etwas hinter der Geisselbasis Reservoir der contractilen Vacuolen, das zuweilen deutlich durch schlundartigen Kanal mit Oeffnung (sog. Mund) an Geisselbasis in Verbindung getroffen wird. Eigentlicher Schlund jedoch meist nicht. Stigmen vorhanden oder fehlend. Nahrungsaufnahme selten erwiesen, meist wohl sicher holophytisch.

Coelomonas Stein 1878 (167).

Synon. Monas (grandis) Ehbg. p. p. (32), (excavata) Perty (76).

T. 48, Fig. 3.

Mittelgross (L. = 0,06 Mm.), sehr contractil; in gestrecktem Zustand oval bis länglich oval; Geissel mässig lang; auf sog. Bauchseite zieht hinter Geisselbasis eine peristomartige Längsfalte nach hinten. Reservoir ansehnlich, kuglig; contractile Vacuole dicht hinter Geisselbasis. Nucleus ziemlich central. Ectoplasma dicht von Chlorophyllkörnern erfüllt. Wahrscheinlich holophytisch.

Süsswasser. 1 Art.

Gonyostomum Diesing 1866 (121).

Synon. Monas (Semen) Ehrbg. (80), Merotricha Mereschkowsky (174), Raphidomonas Stein (167).

T. 48, Fig. 4.

Bau und Grösse sehr ähnlich Coelomonas, unterscheidet sich hauptsächlich durch die Anwesenheit zahlreicher Trichocysten im Ectoplasma. Wenig contractil. Reservoir deutlich, quer halbmondförmig.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

? Vacuolaria Cienkowsky 1870 (134).

Scheint sich in der allgemeinen Bauweise des Körpers (L. = 0,14 Mm.), speciell der Gegenwart zahlreicher kleiner Chlorophyllkörperchen und den Verhältnissen der contractilen Vacuolen, die zu 1—3 vorhanden sind, jedoch zuweilen verschwinden, worauf ein heller, dreieckiger Raum, augenscheinlich dem Behälter der Eugleninen entsprechend, erscheint, nahe an die Gattung Coelomonas anzuschliessen.

Der Besitz zweier gleich langer Geisseln des Vorderendes unterscheidet sie jedoch sehr wesentlich. Dennoch lässt sich die Möglichkeit ihrer Hichergehörigkeit nicht abweisen, da auch die sicher zu den Eugleninen gehörige Eutreptia eine entsprechende Vermehrung der Geisseln aufweist.

Pleurococcusartige Ruhezustände. 1 Art. Süsswasser. Europa.

Microglena Ehbg. 1831 (19) und 32, Stein (167).

T. 48, Fig. 5.

Mittelgross (L. = 0,05 Mm.); langgestreckt und etwas gestaltsveränderlich. Geissel mässig lang; Mundöffnung und Reservoir vorhanden, in welches die zahlreichen darum gelagerten contractilen Vacuolen einmünden. Zwei seitliche, langgestreckte Chromatophoren und zwei Augenflecke an Geisselbasis. Nahrungsaufnahme?

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Chromulina Cienkowsky 1870 (134).

Synon. Monas (ochracea) Ehbg. p. p. (32), Chrysomonas Stein (167), Chromophyton Woronin (181), Wille (Sitz.ber. des Botan. Vereins der Prov. Brandenburg 1882, April).

T. 40, Fig. 6.

Klein bis sehr klein (0,037—0,012 Mm.); nackt, oval bis länglich gestreckt und bis ziemlich unregelmässig, ja wahrscheinlich zuweilen amöboid. Geissel ansehnlich. 1—2 seitliche, gelbbraune Chromatophorenplatten. An Geisselbasis gewöhnlich Augenfleck, nicht weit dahinter eine bis mehrere contractile Vacuolen. Nucleus etwa central. Aufnahme fester Nahrung bei einer Art sicher, bei anderen unwahrscheinlich. Vermehrung durch successive Zweitheilung in gallertumhüllten Ruhezuständen Dauerzustand.

Süsswasser. Europa. 2—3 Arten.

Wille (siehe oben unter Synon. und wahrscheinlich auch No. 197) sucht nachzuweisen, dass gewisse Chromulinaformen, so die von Woronin als Chromophyton Rosanoffii beschriebene, ferner die Chromul. ochracea Ehbg. sp. nur Entwicklungszustände der Gattungen Epipyxis und Chrysopyxis seien. Ich halte dies für sehr unwahrscheinlich.

Cryptoglena Ehbg. 1831 (19 und 32), Stein (167).

Klein (L. bis 0,03 Mm.), starr, oval, mit hinterer Zuspitzung, abgeplattet. Zwei grüne Chromatophorenplatten in den Seiten des Körpers, von welchen die eine vorn einen Augenfleck trägt. Nucleus im Hinterende. Reservoir, Mundöffnung und Schlund ähnlich wie bei den übrigen Formen. Wahrscheinlich holophyt. Fortpflanzung?

1 sichere Art. Süsswasser. Europa.

7. Familie Euglenina Stein 1878.

Körper einaxig, gewöhnlich mit einer Neigung zur Bilateralität, da die am vorderen Pol gelegene Mundöffnung meist ganz wenig verschoben und dadurch eine Bauchseite angedeutet ist. Langgestreckt und Hinterende meist scharf zugespitzt; Vorderende dagegen weniger. Spiralgestreifte Cuticula stets deutlich, von sehr verschiedener Stärke und Resistenz. Metabolie gut ausgebildet. Feine Mundöffnung führt in einen zarten, röhrenförmigen Schlund, aus dem die gewöhnlich einfache, selten doppelte Geissel entspringt. (Die Geisseln werden häufig abgeworfen.) Dicht hinter dem Ende des Schlundes findet sich das sogen. Reservoir, dem gewöhnlich mehrere contractile Vacuolen anliegen. Dem Reservoir

liegt das einfache, nur selten rückgebildete Stigma gewöhnlich dicht auf. Chromatophoren fast immer anwesend, gewöhnlich rein grün sowie meist in grosser Zahl und entsprechend klein. Ziemlich ansehnlicher Nucleus in Körpermitte. Vermehrung durch Längstheilung im ruhenden Zustand. Dauerzustände z. Th. beobachtet. Copulation fraglich.

a. Unbeschalte Formen.

Euglena Ehbg. 1830 (17—18), (32); Dujardin (39), Focke (58, 2), Perty (76), Schmarda (56, 85), Carter (100, 129), Fromentel (146), Stein (167), Kent (182), Klebs (206).

Synon. Cercaria p. p. O. F. Müller (12), Vibrio p. p. O. F. Müller (12), ? Enchelys p. p. O. F. Müller (12, dto. Schrank (14), Furcocerca Lam. (Anim. s. vert.), Enchelys und Closterium (acus) Nitzsch, Lacrimatoria Bory Enc. méth.; Amblyophis Ehbg. etc. (32), Phacus p. p. Dujardin (39), Crumenula Dujardin (39), ? Microcystis Kützing, Microglena Schmarda (85).

T. 47, Fig. 6—11.

Gestalt spindelförmig bis langgestreckt nadelförmig und dann mit zugespitztem Hinterende, oder auch langgestreckt cylindrisch bis bandförmig. Meist sehr metabolisch. Mittelgross bis gross (0,03—0,2 Mm.). Zuweilen tordirt. Spiralstreifung der Cuticula meist fein. Chromatophoren nur selten fehlend, meist zahlreich und klein, scheibenförmig, seltner in geringerer Zahl und dann gewöhnlich bandförmig; selten mit Pyrenoid; zuweilen verdeckt durch Haematochrom. Mund und Schlund fast stets sehr gut entwickelt und der Ursprung der Geissel gewöhnlich im Schlund. Fortpflanzung durch Längstheilung im geissellosen Ruhezustand, der umhüllt oder nicht umhüllt ist. Dauerzustände beobachtet.

Artenzahl gross (ca. 12 nach Klebs). Süsswasser und Brackwasser. Europa, Ostindien, Nordamerika, Nordafrika.

Colacium Ehbg. 1833 (20, 32) emend. Stein (167). Kent (182), Klebs (206).

T. 47, Fig. 16.

Mittelgross bis ziemlich gross (L. = 0,02—0,07 Mm.). Bau ganz entsprechend dem von Euglena, von welcher sich diese Gattung hauptsächlich dadurch unterscheidet, dass sich die freischwimmenden Individuen auf kleinen Wasserthieren (hauptsächlich Copepoden und Räderthieren) mit dem Vorderende festheften und, indem sie meist die Geissel abwerfen, einen Gallertstiel, sowie eine mässig dicke Gallerthülle ausscheiden. Indem sie sich hierauf durch fortgesetzte Längstheilung vermehren, bilden sie verzweigte Kolonien. Dauerzustände beobachtet.

Süsswasser. Ca. 3 Arten. Europa.

Eutreptia Perty 1852 (76), Kent (182), Klebs (206).

Synon. Zygoselmis p. p. Fromentel (145).

Allgemeiner Körperbau wie bei Euglena (L. bis 0,05 Mm.); sehr metabolisch. Hauptcharacter: der Besitz zweier gleichlanger Geisseln, die sich in derselben Weise wie bei Euglena zu inseriren scheinen.

1 Art. Süsswasser. Europa.

b. Beschalte Formen.

Ascoglena St. 1878 (167), Klebs (206).

T. 47, Fig. 19.

Klein; Bau im Wesentlichen wie der von Euglena. Hauptcharacter die Abscheidung eines aufgewachsenen braunen, becher- bis röhrenförmigen Gehäuses. Fortpflanzung durch Theilung in dem Gehäuse.

1 Art. Süsswasser. Europa.

Trachelomonas Ehbg. 1833 (20), (32), Fromentel (146), Stein (167), Kent (182), Klebs (206).

Synon. Lagenella p. p., Chaetoglena p. p., Chaetophlya Ehbg. (32), Lagenella Schmarda (65) und Chaetoglena derselbe (85), Cryptomonas Dujardin p. p. (39), Chonemonas und Trypemonas Perty (76), Cryptoglena Clap. und Lachm. (104).

T. 47, Fig. 11 und T. 48, Fig. 1—2.

Klein bis mittelgross (Gehäuselänge bis 0,06 Mm.). Bau im Wesentlichen ganz wie bei Euglena. Hauptcharacter: die Abscheidung einer unbefestigten, spröden, farblosen bis braunen Schale, deren Gestalt etwa zwischen der Kugel- und länglichen Eiform schwankt. Dieselbe besitzt eine kleine runde vordere Oeffnung zum Austritt der Geissel und ist häufig auf ihrer Oberfläche durch besondere Sculpturen oder Bestachelung verziert.

Fortpflanzung durch Theilung im Gehäuse, worauf der eine Sprössling dasselbe verlässt; auch durch Theilung im umhüllten Ruhezustand innerhalb des Gehäuses. Artenzahl gross (ca. 11); Süsswasser und marin (Parona in Bollet. scientifico 1882) Europa und Nordafrika.

17. Familie Chloropeltina Stein 1878.

Allgemeine Bauweise wie bei den Eugleninen, von denen sich diese Gruppe hauptsächlich durch die besondere Stärke und Resistenz der Cuticula und daher auch durch gänzlichen oder fast gänzlichen Mangel der Metabolie unterscheidet. Schwanzspitze stets deutlich. Häufig 1 bis mehrere sehr ansehnliche scheiben-, bis ringförmige Paramylonkörper vorhanden. Fortpflanzung durch Längstheilung, gewöhnlich im nicht umhüllten Ruhezustand.

Lepocinclis Perty 1849 (Mittheil. der Berner Naturf. Vers. und 76).

Synon. Euglena p. p. Ehbg. (32), Eichwald (52), Carter (106), Chloropeltis Stein (167), Phacus p, p. Klebs (206).

T. 47, Fig. 17.

Monaxon bis zweiseitig, da die Mundöffnung regulär am vorderen Körperpol ihre Lage hat und sich theils etwas röhrig vorspringend erhebt, theils sich in einen kurzen röhrenförmigen Schlund fortsetzt, der in der Körperaxe nach hinten zieht. Gestalt entweder regulär ellipsoidisch oder etwas parallel der Längsaxe abgeplattet. Durchaus starr und starke Cuticula theils längs- theils spiralgestreift, die Streifen zuweilen be-

stachelt. Paramylonkörper zuweilen sehr gross und schlingenförmig gestaltet.

2 Arten. Süsswasser. Europa und Ostindien.

Phacus Nitzsch 1816 (Beitr. zur Infusorienkunde), Dujardin (39), Stein (169), Klebs p. p. (206).

Synon. Cercaria p. p. O. F. Müller (12), Virgulina Bory de Vinc. Enc. méth., Euglena p. p. Ehbg. (32) und andere Autoren, ? Orcula Weisse (112, T. V), Lepocinclis p. p. Perty (76).

T. 47, Fig. 12—15.

Gestalt mehr oder minder deutlich asymmetrisch, abgeplattet, ellipsoidisch bis birnförmig mit mehr oder minder ansehnlicher hinterer Schwanzspitze, welche durch ihre manchmal schiefe Stellung die Asymmetrie zuweilen noch vermehrt (L. bis 0,09 Mm.). Mundöffnung bei den meisten Formen rückenständig und asymmetrisch, Schlund schief gerichtet. Cuticula längs oder spiralig gestreift, zuweilen auch der Gesammtkörper nochmals schraubig tordirt. Meist ein sehr ansehnlicher Paramylonkörper in der Körpermitte, dahinter der Kern.

Artenzahl ca. 6. Süsswasser. Europa und Nordamerika.

9. Familie Menoidina Bütschli.

Unterscheiden sich von den Euglenina, denen sie in Gestalt und allgemeiner Bauweise sehr nahe stehen durch Chlorophyllmangel, der hier in Verbindung mit der saprophytischen Lebensweise, normal ist; ebenso fehlt ein Stigma stets. In den übrigen Characteren herrscht, wie gesagt, wohl eine weitgehende Uebereinstimmung mit den Eugleninen. Körper metabolisch oder starr.

a. Metabolische Formen.

Astasiopsis n. g.

Synon. Cyclidium p. p. (distortum) Dujardin (39), Euglena p. p. (curvata) Klebs (206).

T. 47, Fig. 4.

Gestalt im schwimmenden Zustand sehr langgestreckt, spindel- bis nadelförmig, ähnlich gewissen Euglenen, jedoch häufig auch sehr abgeplattet und mehr oder weniger schraubig tordirt. Sehr metabolisch. Mundöffnung nimmt die vordere Körperspitze ein und ragt als ein etwas knopfartiges Spitzchen auch im stark contrahirten Zustand deutlich hervor. Fortpflanzung?

1 Art. Süsswasser und Infusionen. Europa.

? Astasiodes n. g.

Synon. Astasia Klebs (206) und frühere Autoren p. p.

Unterscheidet sich, soweit zu beurtheilen, von der vorigen Gattung hauptsächlich dadurch, dass die Mundöffnung mehr nach Art der Euglenen gelagert und gebaut ist und sich auch in einen ähnlich wie bei diesen beschaffenen Schlund fortsetzt.

Ca. 2 Arten. Süsswasser.

b. Nichtmetabolische Formen.

Menoidium Perty 1852 (76), Stein (167), Kent (182), Klebs (206).

T. 48, Fig. 7.

Gestalt (L. bis 0,06 Mm.) länglich halbmondförmig; das Hinterende abgerundet, das Vorderende trägt auf einer etwas halsartigen Verlängerung (ähnlich Astasiopsis) die Mundöffnung. Schlund ziemlich deutlich. Concave Bauchseite zu einer Kante verschmälert, die gegenüberstehende Rückseite breit abgerundet. Enthält zuweilen einige Chromatophoren.

1 Art. Süsswasser. Europa.

Atractonema Stein 1878 (167).

T. 48, Fig. 8.

Unterscheidet sich von der vorhergehenden Gattung wesentlich nur durch eine geradgestreckte, spindelförmige Gestalt (L. bis 0,032 Mm.), mit zugespitztem Hinterende. Grosser scheibenförmiger Paramylon(?)körper häufig vorhanden.

1 Art. Süsswasser. Europa.

Rhabdomonas Fresenius 1858 (102), Klebs (206).

Synon. Astasia Stein, Jugendform (167), ? Astasia (costata) Künstler (190).

Klein (L. = 0,020 Mm.), cylindrisch, meist etwas halbmondförmig gekrümmt und beide Enden unverschmälert und breit abgerundet. Cuticula breit längsgestreift. Schlundröhre deutlich (Klebs). Längstheilung beobachtet (Künstler). (Künstler gibt bei seiner wahrscheinlich hiehergehörigen Astasia costata neben der Hauptgeissel noch eine kleine Nebengeissel an.)

1 Art. Süsswasser. Europa.

10. Familie Peranemina.

Sehr metabolische ungefärbte Euglenoidinen von ziemlicher Grösse mit einer sehr ansehnlichen Geissel des Vorderendes, die dicht vor der etwas zurückgerückten ziemlich weiten Mundöffnung entspringt. Zuweilen sammt dieser in einem erweiterten Peristom gelegen. Die Mundöffnung führt in einen ansehnlichen röhrenförmigen Schlund. Cuticula zart; spiralgestreift. Nucleus central. 1 contractile Vacuole im Vorderende. Nahrungsaufnahme sicher.

Peranema Dujardin 1841, Perty (76), Stein (167), Klebs (206).

Synon. Trachelius p. p. (trichophorus) Ehrenberg (32 und früher), Astasia Clap. und Lachmann, Carter (100a), James-Clark (125), Fromentel (146) p. p., Kent (182).

T. 47, Fig. 1.

Ziemlich gross (L. bis 0,08 Mm.), etwa oval, Hinterende meist breit abgerundet, seltner etwas zugespitzt; Vorderende mässig zugespitzt. Auf diesem sehr ansehnliche Geissel; dicht dahinter auf der Bauchseite eine wahrscheinlich im geschlossenen Zustand spaltförmige Mundöffnung, die in einen ziemlich langen, röhrenförmigen, geraden Schlund führt (nach Klebs soll derselbe ein vorstossbarer Stabapparat sein). Sehr metabolisch.

Cuticula fein spiralgestreift. 1 contractile Vacuole im Vorderende, Nucleus ziemlich central. Fortpflanzung durch Längstheilung.

1 sichere Art, doch zeigen noch zahlreiche unzureichend beschriebene Formen vielleicht nähere Beziehungen zu dieser Gattung. Süsswasser. Europa, Ostindien, Nordamerika und Nordafrika.

Urceolus Mereschkowsky 1877 (Arbeiten der Gesellschaft der Naturforscher zu Petersburg Vol. VIII. und 174).

Synon. Phialonema Stein (167).

T. 47, Fig. 5.

Mittelgross (L. bis 0,05 Mm.), Gestalt im gestreckten Zustand etwa flaschenförmig, mit flaschenhalsartig erweitertem Vorderende und abgerundetem bis mässig zugespitztem Hinterende. Cuticula fein bis grob schraubig gestreift. Sehr metabolisch. Vorderende zu einem etwa trichterförmigen Peristom vertieft, in dessen Grund die ansehnliche Geissel entspringt und das in den tief hinabsteigenden, engen Schlund führt. 1 contractile Vacuole im vorderen Körperdrittel.

1 Art. Süsswasser. Europa.

11. Familie Petalomonadina.

Ungefärbte formbeständige Formen von etwa ovaler abgeplatteter Gestalt, mit grosser Geissel des Vorderendes und dicht dahinter, auf Bauchseite einer Mundöffnung mit sehr wenig entwickeltem Schlund. Nahrungsaufnahme sicher.

Petalomonas Stein 1859 (Organismus der Infusionsthiere I. p. 76).

Synon. ? Gonium (rectang. und obtusang.) O. F. Müller (12), ? Trachelius (laticeps) Ehrenb. (36), Cyclidium (abscissa) p. p. Dujardin (39), ? Monas (pileat.) p. p. Perty (76) ? Peranema (protr. u. globul.) Fromentel (146).

T. 47, Fig. 2.

Mittelgross (bis 0,045 Mm. L.), formbeständig; etwa oval, stark abgeplattet, mit platter oder durch eine mittlere Längsfurche vertiefter Bauchseite, gewölbter und zum Theil mit einigen Längskielen ausgerüsteter Rückseite. Sehr lange Geissel des Vorderendes, die gewöhnlich nur am Ende bewegt wird. Mundöffnung an der Geisselbasis auf Bauchseite, ohne oder doch nur mit sehr kurzer Schlundeinsenkung. 1 contractile Vacuole in vorderer Körperhälfte, dem linken Seitenrand genähert. Kern dem rechten genähert. Nahrungsaufnahme sicher.

Süsswasser. Europa. 4 Arten.

Anhang zu der Familie der Petalomonadina.

Scytomonas Stein 1878 (167).

Klein (L. = 0,615 Mm.), nackt (?), formbeständig, etwa oval; 1 vordere Geissel. Contractile Vacuole etwas vor der Mitte. Nucleus? Nahrungsaufnahme?

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Die Stellung dieser Form ist, insofern sich nach dem bis jetzt bekannten urtheilen lässt, noch unsicher. Stein zieht sie zu seiner Familie der Scytomonadina, wogegen sie Kent (182) in die Nähe von Oikomonas bringt, der sie ja auch ziemlich gleicht. Ich glaube, dass

vielleicht gewisse Beziehungen zu Petalomonas vorhanden sind, doch ist, wie bemerkt, die Sachlage sehr unklar.

12. Familie Astasiina Bütschli (vielleicht besser als Heteronemina zu bezeichnen).

Ungefärbte, metabolische oder starre Formen, deren Hauptauszeichnung gegenüber den übrigen Euglenoidinen im Besitz einer dicht neben der Hauptgeissel entspringenden, kleinen bis mässig langen Nebengeissel besteht. Ernährung wahrscheinlich z. Th. saprophytisch, z. Th. animal.

a. Metabolische Formen.

Astasia (Ehrenberg 1830) emend. Stein 1878 (167), non Kent und Klebs.

Synon. Proteus p. p. (tenax) O. F. Müller (12), Distigma p. p. Ehbg., Kent (182)

T. 48, Fig. 9.

Gross (L. bis 0,1 Mm.); langgestreckt cylindrisch, Vorder- und Hinterende zugespitzt. Vorderende trägt dicht neben der Hauptgeissel eine zarte, nach vorn gerichtete Nebengeissel (die Geisseln gehen jedoch häufig verloren). Cuticula zart spiralstreifig. Metabolie sehr energisch, auch während des Schwimmens. Dicht hinter der Geisselbasis zuweilen zwei schwärzliche stigmaartige Puncte. Mund und Schlundröhre wahrscheinlich ähnlich denen der Eugleninen. Ernährung?

1 Art. Süsswasser. Europa und Nordamerika.

Heteronema Dujardin 1841 (39), emend. Stein (167).

Synon. Trachelius p. p. (globulifer) Ehbg., Astasia p. p. (acus) Ehbg. (36), ? Peranema p. p. (globulifer), Dujardin (39), ? Dinema Perty (76), Astasia p. p. (fusiformis) Fromentel (146).

T. 48, Fig. 10.

Die Unterschiede dieser Gattung von Astasia sind sehr geringfügig, so dass es überhaupt fraglich erscheint, ob beide nicht besser zusammenzuziehen wären. Die hauptsächlichste Differenz scheint darin zu bestehen, dass die Nebengeissel hier ansehnlicher wird und ihre Insertion etwas auf die Bauchseite nach hinten gerückt ist. Ernährung?

3—4 Arten. Süsswasser und marin. Europa.

Zygoselmis Dujardin 1841 (39), Perty (76), Stein (167).

Synon. Astasia (inflata und crassa) Fromentel (146) p. p.

T. 48, Fig. 11.

Gross (L. bis 0,1 Mm.). Gestalt oval bis länglich, jedoch durch active oder passive Gestaltsänderung sehr wechselnd. Cuticularschicht spiralgestreift. Vorderende meist etwas zugespitzt, Hinterende abgerundet. Bewegungsgeissel sehr ansehnlich, dicht dabei die kleine Schleppgeissel. Dahinter eine etwa schlitzförmige Mundöffnung, die in kurzen und weiten röhrigen Schlund führt. Daneben die contractile Vacuole. Grosser Nucleus etwa central. Nimmt ansehnliche Nahrungskörper auf. Längstheilung.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

b. Nichtmetabolische Formen.

Sphenomonas Stein 1878 (167).

T. 48, Fig. 12.

Mittelgross (L. = 0,032 Mm.), formbeständig. Gestalt etwa oval, beiderseits zugespitzt, mit 4 hervorragenden Längskielen, so dass Querschnitt ziemlich quadratisch. Hinterende enthält häufig einen sogen. Gallertkörper. Längstheilung. Nahrungsaufnahme?

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Tropidoscyphus Stein 1878 (167).

Synon. Sphenomonas p. p. Kent (182).

T. 48, Fig. 13.

Mittelgross (L. = 0,04 Mm.), formbeständig. Gestalt etwa oval, Hinterende scharf zugespitzt, Vorderende schief abgestutzt bis ausgeschnitten. Regelmässig vertheilte Längsrippen des Körpers, die häufig etwas schraubenförmig verlaufen. Mund im ausgeschnittenen Vorderende, im Anschluss hieran ein sehr erweiterungsfähiger Schlund, an dessen Ende die contractile Vacuole. Nucleus central. Nahrungsaufnahme sicher.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

3. Unterordnung Heteromastigoda.

Kleine Abtheilung, zu welcher Formen von geringer bis ziemlich beträchtlicher Grösse gehören. Nackt und dann zuweilen auch amöboid werdend, oder starr und dann häufig mit ähnlicher Cuticula wie die Eugleninen etc. versehen. Hauptauszeichnung der Besitz zweier, in ihrem Verhalten wesentlich verschiedener Geisseln des Vorderendes, die auch gewöhnlich an Grösse recht differiren. Die eine Geissel ist nach vorn gerichtet und bewirkt die gewöhnliche Vorwärtsbewegung, die andere und meist grössere wird nach hinten gerichtet nachgeschleppt. Doch müssen wir einstweilen hier auch zwei Formen anschliessen, bei welchen die Zahl der hinteren Geisseln auf zwei vermehrt ist. Ernährung stets animalisch und daher zum mindesten immer eine Mundstelle vorhanden, welche bei den grösseren Formen zu einem deutlichen Mund wird, der mit ansehnlichem Schlund in Verbindung steht. Stets ungefärbt.

Wie schon aus Früherem hervorgeht, existirt keine scharfe Grenze zwischen den Euglenoidina und der jetzt zu besprechenden Unterordnung (speciell der Familie der Anisonemina), auch scheint es überhaupt noch etwas unsicher, ob die Verwandtschaft der beiden unterschiednen Familien der Heteromastigoden eine so innige ist, wie hier angenommen wurde.

13. Familie Bodonina Bütschli (Heteromitidae Kent 1880).

Kleine, nackte Heteromastigoda, bei welchen der Grössenunterschied der beiden Geisseln zuweilen nur wenig hervortritt. Schlund höchstens angedeutet.

Bodo (Ehbg. 1830), Stein 1878, non Kent (182).

Synon. Heteromita Dujardin p. p. (39), Perty (76) p. p., Fromentel (146) p. p., Kent (182), Grassi p. p. (193), Künstler (Compt. rend. 1883, October), Amphimonas Dujardin (39) p. p., Spiromonas (Perty) Kent p. p. (182), Pleuro-

monas Perty (76). Colpodella Cienkowsky (115), Diplomastix Kent (182), ? Anisonema (ludibund. und intermed.) Kent (182), Isomita Diesing (121), Protomonas Haeck. (Monogr. d. Monereu 1870)*), the hooked Monad und the springing Monad Dallinger and Drysdale (145).

T. 46, Fig. 4—6.

Klein (L. bis 0,03 Mm.), nackt, oval bis länglich gestreckt. Das meist zugespitzte Vorderende mit zwei gewöhnlich recht ungleichlangen Geisseln. Die kleinere nach vorn gerichtet und schlängelnd, die grössere nach hinten gerichtete wird nachgeschleppt und dient auch häufig zur Befestigung. Mundstelle am Vorderende, sich zuweilen in schlundartiges kurzes Röhrchen fortsetzend. Nucleus meist in Körpermitte; 1 bis mehrere contractile Vacuolen von verschiedener Lagerung. Mit oder ohne Verlust der Geisseln gehen gewisse Formen häufig in amöboiden Zustand über. Vermehrung durch Längstheilung und Sporulation nach Copulation.

Süss- und Salzwasser (Parona) und Infusionen. Europa und Aegypten. [Pruner bei Davaine (152)]; auch parasitische Formen von entsprechendem Bau finden sich, so z. B. im Darm von Lacerta (Grassi, Künstler). Ebenso gehört die sog. Plagiomonas (früher 1879 Retortomonas) Gryllotalpae (Grassi, 193), aus dem Darm der Gryllotalpalarve wahrscheinlich hieher. Artzahl ca. 5—6.

Phyllomitus Stein 1878 (167).

T. 46, Fig. 7.

Klein (L. bis 0,021 Mm.); Gestalt oval bis länglich oval, Hinterende häufig zugespitzt, seltner abgerundet. Vorderende mit schiefem Ausschnitt (Peristom St.'s) und einer dicken blattartigen Geissel, die sich bald in zwei gewöhnlich ungleich lange spaltet. Nucleus im Vorderende. Nahrungsaufnahme wohl sicher.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Colponema Stein 1878 (167).

T. 46, Fig. 10.

Klein (L. = 0,03 Mm.), formbeständig; Gestalt breit S förmig; mässig abgeplattet; Bauchseite durch Längsrinne, welche sich in vorderer Hälfte stark erweitert, tief ausgehöhlt. Kleinere Bewegungsgeissel an vorderer Körperspitze, hintere Schleppgeissel in der Mitte der Bauchrinne. 1—2 contractile Vacuolen in Körpermitte. Nahrungsaufnahme?

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Anhang zu der Familie der Bodonina.

Dallingeria Kent 1880 (1882) nach Dallinger (168).

T. 45, Fig. 12.

Klein (L. = 0,007 Mm.); Gestalt länglich, in der Mittelregion etwas eingeschnürt; Vorderende zugespitzt, mit einer nach vorn gerichteten Geissel. Jederseits, etwa in Körpermitte, entspringt eine nach hinten gerichtete Geissel, mit welchen die Wesen sich häufig festheften und dann

*) Die in den Nachträgen zur Monogr. der Moneren beschriebene Protomonas Huxleyi ist eine ganz unsichere, wahrscheinlich überhaupt nicht zu den Flagellaten gehörige Form.

mittels der Contractionen dieser Geisseln Schnellbewegungen ausführen, ähnlich gewissen Bodonen. Nucleus in hinterer Hälfte. Contractile Vacuole? Längstheilung, Copulation.

Infusion. Europa. 1 Art.

Ein gesichertes Urtheil über die Stellung dieser Form scheint mir zur Zeit unmöglich, ich reihe sie daher nur provisorisch hier an.

Trimastix Kent 1880 (182).

T. 45, Fig. 13.

Klein (L. = 0,015 Mm.); oval bis birnförmig, mit etwas zugespitztem Vorderende, dies trägt drei Geisseln, von welchen eine nach vorn gerichtet ist, die beiden andern dagegen nachgeschleppt werden. Der rechtsseitige Körperrand in eine Art Membran ausgewachsen, längs deren Basis sich die eine der nach hinten gerichteten Geisseln in schlangenförmigen Biegungen anlegt und erst ihre über das Körperende sich fortsetzende Verlängerung wird frei. 1 contractile Vacuole nahe der Geisselbasis, Nucleus im Hinterende. Nahrungsaufnahme?

Faulendes Seewasser. Europa. 1 Art.

Leider fühle ich mich ausser Stand, dieser interessanten Form eine gesicherte Stellung anzuweisen; daher ist ihre Einreihung eine ganz provisorische. Wie schon früher angedeutet, halte ich auch Beziehungen zu Trichomonas nicht für unmöglich. Mit Trimastix hat vielleicht auch das dreigeisselige Wesen, welches Henneguy neuerdings (201) unter dem Namen Bodo necator beschrieb und das zuweilen in sehr grossen Mengen auf der Haut junger Forellen schmarotzt, nähere Beziehungen. Ein Bodo ist es wohl sicher nicht.

14. Familie Anisonemina Kent 1880. (Scytomonadinae p. p. St.*)

Grössere Formen (L. 0,04—0,05 Mm.); formbeständig, mit Cuticula. Körper abgeplattet; im Allgemeinen oval und etwas asymmetrisch. Grössendifferenz der beiden Geisseln erheblich. Deutliche Mundöffnung hinter der Basis der Bewegungsgeissel auf Bauchseite in Verbindung mit verschieden langem röhrigem Schlundapparat. Aufnahme ansehnlicher Nahrungskörper. Vermehrung durch Längstheilung.

Anisonema Dujardin 1841 (39), James-Clark (125), Bütschli p. p. (171), Stein (167), Kent p. p. (182), Klebs (206).

Synon. Bodo (grandis) p. p. Ehrenberg (32), Heteromita (ovata) Dujardin (39) und Perty (76), p. p. Fromentel (146), Diplomita Fromentel (146), ? Ploeotia Dujardin (39).

T. 46, Fig. 8.

Mittelgross (L. bis 0,04 Mm.); oval, stark abgeplattet und deutlich asymmetrisch, der rechte Seitenrand auf der Bauchseite etwas stärker wulstig vorspringend. Zarte, sehr fein spiralgestreifte Cuticula (Klebs). Dicht hinter der Basis der Bewegungsgeissel die Mundöffnung, welche sich etwas schief nach links hinein senkt und mit einem dunkeln, mässig langen, röhrigen Schlundapparat in Verbindung tritt. Schleppgeissel entspringt aus der Mundeinsenkung (Klebs), zieht im Bogen um den vorderen

*) Bei der allgemeinen Schilderung des Baues etc. der Flagellata, wurde für diese Familie gewöhnlich die Bezeichnung Scytomonadina gebraucht, da jedoch die Gattung Scytomonas sicher nicht hieher gehört, so empfiehlt sich der Kent'sche Name.

Körperrand nach rechts und läuft an dem aufgewulsteten rechten Körperrand nach hinten herab. 1 contractile Vacuole im Vorderende am linken Seitenrand. Nucleus randlich, etwas hinter der Körpermitte. Nahrungsaufnahme sicher; sog. Afterstelle am Hinterende (Stein). Vermehrung durch Längstheilung.

Süsswasser und wahrscheinlich auch marin; Europa und Nordamerika. Artzahl 2—3.

Entosiphon Stein 1878 (167).

Synon. ? Cyclidium (margaritac.) Ehrenberg (32), Cyclidium (lineata) Weisse (1851), Anisonema p. p. Dujardin (39), Bütschli (171), Heteromita (sulcata und ? cylindrica) Mereschkowsky (174), Ploeotia (Dj.) Fromentel (146).

T. 46, Fig. 9.

Unterscheidet sich hauptsächlich von Anisonema dadurch, dass sich die Schleppgeissel dicht hinter der Bewegungsgeissel inserirt und keinen Bogen beschreibt. Vorderende ziemlich breit und meist etwas schief abgestutzt. Bauch- und Rückseite grob längsgerippt.

Süsswasser und marin (Parona). Europa. 1 Art.

Anhang zur Familie der Anisonemina.

Heteromastix James-Clark 1867 (124), früher in „Mind in nature". p. 146.

Mittelgross (Länge im gestreckten Zustand = 0,05 Mm.); Körperbau im Allgemeinen sehr ähnlich Anisonema; dagegen sehr contractil, ähnlich Euglena und Peranema. Auf vorderer Fläche der Bauchseite eine etwas schief nach hinten ziehende breite Grube oder ein Eindruck, der sich über die Hälfte des Körpers hinzieht. Daraus entspringen eine grosse Anzahl feiner Cilien, welche die Hauptbewegungsorgane sind, über deren Stellung und Anordnung jedoch keine Sicherheit herrscht. Stigma im Vorderende.

Fundstätte? Nordamerika. 1 Art.

4. Unterordnung Isomastigoda Bütschli.

Kleine bis mittelgrosse Formen von monaxoner, seltener bilateraler bis asymmetrischer Gestalt. Vorderende mit 2, 4 oder selten 5 gleichen Geisseln, die gewöhnlich dicht bei einander entspringen, selten mehr auseinander gerückt sind. Theils gefärbt, theils ungefärbt. Nackt oder mit Schalenhülle oder Gehäuse. Mundöffnung und Schlund selten; Ernährung meist holophytisch, z. Th. jedoch animalisch.

15. Familie Amphimonadina Kent emend.

Kleine, farblose reguläre zweigeisselige Isomastigoden, nackt und gewöhnlich mit Neigung zur Metabolie oder Pseudopodienentwicklung. Ernährung thierisch.

Amphimonas Duj. (39), Kent (182) 1880, Perty (76).

Synon. Deltomonas Kent (182).

T. 42, Fig. 4—5.

Klein (L. bis 0,012 Mm.); meist oval oder kuglig bis unregelmässig, da metabolisch. Häufig mit Hinterende festgeheftet. Die Geisseln des Vorderendes entweder dicht zusammenstehend oder etwas von einander

gerückt. 1—2 contractile Vacuolen, 1 Nucleus. Nahrungsaufnahme sicher, angeblich durch gesammte Körperoberfläche. Vermehrung durch Längstheilung (Quertheilung?).

Süsswasser und marin. Ca. 3—4 Arten. Europa.

? Pseudospora [Cienkowsky (115)] emend. — Kent (182).

T. 42. Fig. 7.

Fraglich ob von Amphimonas unterschieden. Hauptdifferenz bestände darin, dass sie keine Neigung hat sich anzuheften. Entsendet häufig spitzwinklig verästelte Pseudopodien und geht auch in den amöboiden Zustand über, während dessen sie namentlich ihre Nahrung aufnimmt.

Süsswasser. Europa. Dringt hauptsächlich in Volvoxstöcke ein und verzehrt deren Zellen.

? Dinomonas Kent 1880.

T. 42, Fig. 6.

Gestalt oval bis birnförmig (L. = 0,01—0,015 Mm.); Körper plastisch, jedoch nicht amöboid. Vorderende mit zwei gleichen oder nahezu gleichen Geisseln, an deren Basis eine sehr ausdehnbare Mundöffnung, die jedoch nur während der Nahrungsaufnahme sichtbar ist. Sehr gefrässig. 1 bläschenförmiger Kern und eine im Hinterende gelegene contractile Vacuole. Infusionen. Europa. 2 Arten.

Diese Gattung scheint mir sowohl bezüglich ihrer Selbstständigkeit, als ihrer systematischen Stellung nach etwas zweifelhaft; einerseits dürfte sie sich der Gattung Amphimonas anreihen, andrerseits besitzt sie jedoch vielleicht Beziehungen zu den kleinen Heteromastigoden, speciell Bodo, worauf auch die Art der Nahrungsaufnahme hindeutet.

16. Familie Spongomonadina Stein.

Kleine (L. bis ca. 0,02 Mm.), farblose, ovale Flagellaten mit zwei dicht zusammenstehenden Geisseln, einem Nucleus und einer contractilen Vacuole, beide etwa in Körpermitte. Hauptauszeichnung Stockbildung durch Vereinigung zahlreicher Individuen in gemeinsamer Gallerte oder durch Entwicklung verzweigter Gallertröhren, deren Enden die Einzelwesen bewohnen. Gallerte dieser Hüllen stets stark körnig und dadurch häufig braun gefärbt. Vermehrung durch Längstheilung der Einzelwesen, Quertheilung (Kent) ?. Ernährung wahrscheinlich thierisch.

Spongomonas Stein (167) 1878, Kent (182), Gruber (in Ztschr. f. wiss. Zool. 38, p. 56).

Synon. ? Monas consociatum Fresenius (102), Phalansterium Cienk. (134) p. p.

T. 42, Fig. 12—13.

Flagellaten in gallertiger Kolonialmasse meist dicht zusammengebettet, so dass nur die Geisseln hervorschauen. Kolonien z. Th. sehr ansehnlich (bis zu 3 Centim. Länge). Gestaltung sehr verschieden, z. Th. platt aufgewachsen und dann scheiben- oder wurmförmig, z. Th. von Unterlage sich buschig erhebend oder schliesslich frei herabhängend und dann kuglig oder sackartig bis gelappt.

Süsswasser. Europa. 4 Arten.

Cladomonas Stein (167) 1878, Kent (182).

T. 42, Fig. 21.

Einzelflagellaten bewohnen die Enden einer dichotomisch verzweigten

Gallertröhre, deren kurze Aeste sich frei, nicht zusammenwachsend erheben. Grösse der Stöcke mässig (Höhe ca. 0,075 Mm.).

Süsswasser. Europa. Artzahl 1.

Rhipidodendron Stein 1878 (167), Kent (182), Ryder (Americ. natur. Vol. 14).

Synon. Aporea Bailey (64).

T. 42, Fig. 9.

Stöcke ansehnlich (Höhe bis ca. 0,3 Mm.). Beginn durch eine Gallertröhre, die sich fortgesetzt dichotomisch in einer Ebene theilt; die neuentstandnen Röhrenzweige bleiben zunächst eine Strecke weit zu einem Fächer vereinigt, der sich hierauf in eine Anzahl secundärer Fächer theilt und diese Zerspaltung setzt sich noch weiter fort.

Süsswasser. Europa und N.-Amerika. 2 Arten.

Anhang zu Spongomonadina.

Diplomita Kent (182).

Synon. Bicosoeca Kent (138).

T. 42, Fig. 8.

Klein, farblos, oval, dicht bei der Geisselbasis meist rother Augenfleck. Braunes Gehäuse (H. ohne Stiel = 0,013 Mm.), ganz ähnlich dem der Bicosoeca; ebenso Befestigung des Thieres im Gehäusegrund und Rückziehfähigkeit. Nahrungsaufnahme ?.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Nach den vorliegenden Mittheilungen ist es schwer, die Beziehungen dieser Gattung zu beurtheilen, daher ist die ihr hier angewiesene Stellung durchaus provisorisch.

Gruppe der Phytomastigoda Bütschli.

Die folgenden 3 Familien der Chrysomonadina, Chlamydomonadina und Volvocina zeigen eine so innige Verwandtschaft, dass sich ihre Vereinigung zu einer Untergruppe empfiehlt. Dieselbe wäre einmal ausgezeichnet durch den regulär isomastigoden, meist zwei-, selten viergeisseligen Bau und weiterhin namentlich durch die holophytische Ernährungsweise der hierhergehörigen Formen. Wie im früheren schon mehrfach erörtert wurde, sind es diese Phytomastigoda, welche die innigsten Beziehungen zu einer Reihe einzelliger Algen darbieten, so dass sie von den Botanikern gewöhnlich mit denselben zu der Abtheilung der Protococcoideae vereinigt werden. Auch diesen Beziehungen soll durch den Namen Phytomastigoda Ausdruck gegeben werden.

17. Familie Chrysomonadina (Stein) emend. Bütschli.

Einzellebende oder koloniebildende Individuen, meist länglich und formbeständig, Schalenhülle ähnlich der der Chlamydomonadina fehlt gewöhnlich; selten in Gehäuse oder gestielt. Mit zwei, selten nur einer braunen bis grünlichbraunen Chromatophore, die den beiden Seitenrändern anliegen. Meist mit Augenflecken an der Geisselbasis.

Die Geisseln fast stets ganz gleich, und selten vielleicht durch gelegentliche Reduction einer (Mallomonas) auf Einzahl vermindert. Die freischwimmenden Kolonien durch kuglige Gruppirung zahlreicher Individuen um ein Centrum gebildet.

Stylochrysalis Stein (167) 1878.

T. 44, Fig. 6.

Klein (L. ca. 0,009 Mm.); einzellebend, auf ansehnlichem secernirtem Stiel befestigt. Vermehrung durch Quertheilung.

Süsswasser. Europa. 1 Art, auf Eudorina befestigt.

Chrysopyxis Stein 1878 (162), Wille (197).

T. 43, Fig. 2.

Einzellebend in ziemlich dickwandigem Gehäuse (Höhe = 0,012 Mm.), von birnförmiger Gestalt und ziemlich stark verengter Mündung. Dasselbe ist durch zwei hintere gegenständige, zugespitzte Fortsätze auf Algenfäden befestigt. Vermehrung durch Längstheilung im Gehäuse.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Nephroselmis Stein 1878 (167).

T. 44, Fig. 7.

Klein, von etwa bohnenförmiger Gestalt, Breitenaxe (0,018 Mm.) übertrifft die Hauptaxe an Länge. Stark abgeplattet. In vorderer schwach concaver Einsenkung die zwei nahezu gleich langen Geisseln. Dicht dabei die contr. Vacuole und der Nucleus wahrscheinlich dicht dahinter. Längs des ganzen Körperrandes zieht ein bandförmiges Chromatophor hin. Bewegung in der Richtung der Breitenaxe. Vermehrung durch Längstheilung.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Stein zieht diese Form zu seinen Cryptomonadina, indem er die Breitenaxe für die Hauptaxe nimmt. Ich glaube dagegen, dass die Gattung hier ihren richtigen Anschluss findet, wenn sie auch in manchen Punkten nicht unwesentliche Abweichungen von den typischen Chrysomonadinen zeigt.

Synura Ehrbg. 1833 (20, 32), Stein (167).

Synon. Volvox p. p. O. F. Müller (12), Uvella (virescens) Ehrbg. (32), Dujardin (39), Perty (76), Schmarda (85), Fromentel (146), Bütschli (171), Grimm (143); Glenouvella Diesing (121).

T. 43, Fig. 1.

Koloniebildend; Einzelwesen mässig gross (L. bis ca. 0,035 Mm.), oval bis länglich mit zarter cuticularer Hülle, die häufig zu einem allseitigen feinen Stachelbesatz auswächst. Dicht hinter Geisselbasis gewöhnlich eine wechselnde Zahl Augenflecke. Im Hinterende einige contractile Vacuolen. Nucleus central.

Kuglige Kolonien aus verschiedner Zahl (bis 60 etwa) radiär um das Centrum gestellter Einzelwesen zusammengesetzt, die entweder im Centrum organisch zusammenhängen oder nur durch die Hüllen lose vereinigt sind. Vermehrung der Individuen durch Längstheilung, der Kolonien ebenfalls durch Theilung. Häufig Zerfall der Kolonie in die Individuen.

Süsswasser. Europa, Aegypten, N.-Amerika. 1 Art.

? Mallomonas Perty (76) 1852, Fresenius (102), Kent (182).

Synon. ? Chaetophlya p. p. Ehrbg. (32), ? Trichonema hirsuta p. p. Frommentel (146).

Sehr unsichere Gattung, die sich nur dadurch von den freigewordenen einzellebenden Individuen der Synura unterschiede, dass sie nur 1 Geissel besitzt. Stets mit ansehnlichem

Stachelkleid. Stein (167) bezieht daher auch Mallomonas auf isolirte Individuen der Synura; da jedoch die Beobachtungen von Perty, Fresenius und Kent übereinstimmend nur 1 Geissel angeben und ich gleichfalls eingeisselige Formen beobachtet habe, so scheint diese Auffassung noch etwas fraglich, obgleich dieselbe bei der sonstigen Uebereinstimmung gewiss viel für sich hat.

Süsswasser. 1 Art. Europa.

Synecrypta Ehrbg. (20) 1833 u. 32; Stein (167).

Synon. ? Uvella Fromentel (146) p. p.

T. 43, Fig. 3.

Unterscheidet sich wesentlich nur dadurch von Synura, dass die Bestachelung der Cuticularhülle den Einzelindividuen fehlt und die entsprechend gebaute Kolonie von einer körnigen Gallerthülle (Durchm. ca. 0,045) umschlossen wird, aus der nur die Enden der Geisseln hervorragen.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Chlorodesmos Phillips 1882 (198).

Noch etwas unsicher; koloniebildend; scheint sich in Bezug auf den Bau der Einzelwesen an Synura anzureihen, da dieselben mit einer dreieckigen stachligen Hülle versehen sind. Augenfleck fehlt. 1 contractile Vacuole am Hinterende. Kolonie durch Aneinanderreihung der Individuen (bis 30) zu einer Kette gebildet; die Kolonien zeigen Bewegungserscheinungen, indem die Kette sich rhythmisch verlängert und wieder zusammenzieht und ferner die benachbarten Individuen zuweilen noch zusammenklappende Bewegungen innerhalb der Kette ausführen.

1 Art. Süsswasser. Europa.

18. Familie Chlamydomonadina.

Körpergestalt ziemlich verschieden, kuglig bis langgestreckt spindelförmig. Vorderende mit 2 oder 4 (selten 5) Geisseln. Fast stets grün durch ansehnliches und, wie es scheint, gewöhnlich einheitliches Chromatophor. Meist zarte Schalenhülle, welche dem Körper gewöhnlich dicht aufliegt, sich jedoch auch sehr weit abzuheben vermag, seltener dickwandige Schale. Grössere Oeffnung der Schale fehlt meist. 1—2 contractile Vacuolen an der Geisselbasis. 1 Augenfleck gewöhnlich. Vermehrung, soweit verfolgt, durch fortgesetzte Theilung innerhalb der Schalenhülle, während des freischwimmenden Zustandes oder ruhend nach Verlust der Geisseln. Meist Makro- und Mikrogonidienbildung und häufig Copulation.

a. Unterfamilie Chlamydomonadinae s. str.

Ausgezeichnet durch stets sehr zarte Schalenhülle, die keine grössere Oeffnung, sondern nur Poren zum Durchtritt der Geisseln, keine Neigung zum Zerfall in zwei Klappen besitzt.

Hymenomonas St. 1878.

T. 44, Fig. 5.

Einzellebend und freischwimmend. Gestalt oval bis etwas unregelmässig (L. ca. 0,04 Mm.); zwei seitliche gelbbraune Chromatophorenplatten. Eine „weiche, feingekerbte", mässig dicke Hülle liegt der Körperoberfläche dicht und allseitig auf. Zwei contractile Vacuolen dicht an

der Geisselbasis und zwischen ihnen ein heller vacuolenartiger Raum, der an den Behälter der Eugleninen erinnert. Im Hinterende gewöhnlich ein kugliger gallertiger Körper. 1 Art. Süsswasser. Europa.

Die Lage der contractilen Vacuolen im Vorderende gibt dieser Form nähere Beziehungen zu den Chlamydomonadina als zu den Chrysomonadina, zu welchen sie Stein ziehen will.

Chlorangium Stein 1878 (167).

Synon. Colacium Ehrbg. (32) p. p., Cienkowsky (134), Dinobryon p. p. Duj. (39).

T. 44, Fig. 2.

Klein spindelförmig (L. ca. 0,03 Mm.), mit sehr zarter, dicht aufliegender Schalenhülle. Hinter Geisselbasis eine contractile Vacuole, längs der Körperseiten 2 chlorophyllgrüne Chromatophorenbänder (vielleicht auch nur eines). Augenfleck fehlt. Nucleus central. Zunächst freischwimmend, hierauf sich mit Vorderende festheftend und unter Verlust der Geisseln einen kurzen Stiel ausscheidend. Vermehrung in diesem festsitzenden Zustand bis zu 4 Sprösslingen, welche durch Aufbrechen der Hülle frei werden und ihrerseits Stiele ausscheiden, so dass sich buschige Kolonien bilden. Häufig Loslösung von den Stielen und Uebergang in den freischwimmenden Zustand. Mikrogonidienbildung und Encystirung beobachtet.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Chlorogonium Ehrbg. 1835 (21) und 32; Weisse (61), Perty (76), Schneider (84), Stein (83 und 167), Krassilstschik (196), Klebs (206).

Synon. Glenomorum Ehrbg. (32), Dyas Ehrbg. (80).

T. 44, Fig. 1.

Gestalt spindelförmig bis langgestreckt spindelförmig (L. bis 0,12 Mm.). Schalenhülle sehr zart und dicht aufliegend. Chromatophor nicht deutlich erkannt, wahrscheinlich einheitlich. Selten auch farblos. Zahlreiche kleine contractile Vacuolen über den gesammten Körper vertheilt. Augenfleck vorhanden. Nucleus central. Vermehrung im freischwimmenden Zustand durch fortgesetzte Quertheilung in der Hülle zu wenigen grösseren Makrogonidien oder sehr zahlreichen Mikrogonidien. Letztere copuliren und bilden Dauerzygote.

Süsswasser. Europa, Aegypten und N.-Amerika. 1 Art.

Polytoma Ehrbg. 1838 (32), Perty (176), Schneider (84), Dallinger und Drysdale (145), Stein (176), Kent (182), Krassilstschik (195 u. Hauptarbeit in Schriften des neuruss. Naturf.vereins Bd. VIII).

Synon. Monas p. p. O. F. Müller (12), Chlamydomonas Cohn (86), Glenopolytoma Diesing (121).

T. 43, Fig. 4—5.

Grösse mässig, Gestalt rein oval oder mit zugespitztem Hinterende. Schalenhülle zart und meist vom Weichkörper ganz erfüllt. Keine Chromatophoren, dagegen fast stets zahlreiche Amylumkörnchen. Augenfleck zuweilen. Zwei contractile Vacuolen dicht bei der Geisselbasis. Nucleus in hinterer Körperhälfte. Saprophyt. Vermehrung durch fortgesetzte Theilung zu 4—8 Sprösslingen in der Hülle. Hierauf Freiwerden der-

selben. Nach gewisser Zeit Copulation der Sprösslinge mit Bildung einer Dauerzygote.

Süsswasser und Infusionen. Europa. Artzahl 2.

Chlamydomonas Ehrbg. 1833 (20) u. 32, A. Braun (70), Thuret (66), Perty (76), Cohn (86 u. 162), Fresenius (102), Cienkowsky (118), Reinhardt (157), Goroshankin (154), Schneider (164), Stein (167).

Synon. Diselmis Duj. (26 u. 39), Microglena (monadina) p. p. Ehrbg. (32) Glenomorum (aegyptiac.) p. p. Schmarda (85), Zygoselmis angusta u. Allodorina Fromentel (146).

T. 43, Fig. 6—8.

Mittelgross (L. bis 0,045 Mm.); Gestalt kuglig, oval bis nahezu cylindrisch. Schalenhülle zart, dem Körper dicht aufliegend. Einfaches sehr ansehnliches Chromatophor, das theils schalenartig unter der Körperoberfläche liegt, oder den grössten Theil des Körpers einnimmt und nur vorn eine Aushöhlung besitzt, in welcher sich die Hauptmasse des ungefärbten Körperplasmas findet. Kernlage hiernach verschieden. Chromatophor mit 1 bis mehreren kugligen, selten bandartig gestreckten Pyrenoiden. Zwei contractile Vacuolen dicht hinter der Geisselbasis. Gewöhnlich ein rother Augenfleck in der vorderen Körperhälfte.

Vermehrung durch fortgesetzte Theilung, gewöhnlich nach Verlust der Geisseln. Zu Zeiten Copulation zwischen Makro- und Mikrogonidien und Bildung von Dauerzygote.

Süsswasser u. marin? (Parona). Europa, Aegypten, Ostindien. Artz. ca. 6.

Haematococcus Agardh 1828 (Icones Algar. europ.), Dunal (33), Flotow (50), Rostafinski (148 u. 187), Goroshankin (154).

Synon. ? Volvox lacustris Girod (13), Monas Joly (34), Disceraea Morren (40 u. 41), K. Vogt (48), Chlamydococcus A. Braun (70), Stein (167), Protococcus Cohn (66), Chlamydomonas p. p. Cienkowsky (118), Schneider (164), Zygoselmis (leucoa) Parona (Arch. sc. ph. nat. 3. 3. T. X)*).

T. 43, Fig. 9.

Unterscheidet sich wesentlich dadurch von der vorhergehenden Gattung, dass sich die zarte Schalenhülle der frei beweglichen gewöhnlichen Formen weit von dem Körper abhebt**). Gestalt der Hülle theils oval, theils sogar viereckig bis herzförmig. Körper daher nur noch an der Durchtrittsstelle der Geisseln durch schnabelartigen Fortsatz an die Schale geheftet. Grün durch einfaches, wahrscheinlich mantelartiges Chromatophor, das ein bis mehrere runde Pyrenoide enthält. Augenfleck fehlt. Dagegen häufig theilweise bis totale Rothfärbung durch Auftreten von Haemato-

*) Bezüglich weiterer Synonymie vergleiche bei Cohn (66). Cohn (Jahresber. der schles. Ges. für vaterl. Cultur 1881, p. 318) scheint mit Recht anzunehmen, dass der Volvox lacustris von Girod wegen seines Vorkommens in Seen nicht mit dem Haematococcus pluvialis Fl. identisch sein könne. Ich habe diese Notiz früher übersehen und auf Rostafinski's Autorität diese Identität angenommen, da mir das Werk von Girod nicht zugänglich war.

**) Eine scharfe Grenze zwischen Chlamydomonas und Haematococcus scheint sich wenigstens zur Zeit nicht ziehen zu lassen. Mit Stein möchte ich die der Schalenhülle entnommenen Charaktere für die zur Unterscheidung besten halten. Andre Forscher, wie A. Braun, Cohn, legten mehr Gewicht auf die Zahl der Pyrenoide und beschränken daher Chlamydomonas auf die Formen mit 1 Pyrenoid, während sie die mit mehreren zu Haematococcus ziehen.

chrom. Vermehrung gewöhnlich im ruhenden Zustand durch fortgesetzte Zweitheilung. Mikrogonidienbildung. Copulation nicht beobachtet.

Süsswasser und Seewasser, Schnee des Hochgebirges und der Polarregionen. Europa bis Japan (nach Cohn). Artenzahl 3—4.

Carteria Diesing 1866 (121).

Synon. ? Polyselmis Duj. (41), Sporozoidie Perty (76, T. XI, 9), Cryptoglena Carter (105), Chlamydomonas Fresenius (102), Rostafinski (137), Schneider (164).

T. 45, Fig. 2.

Zeigt alle wesentlichen Charaktere von Chlamydomonas, besitzt jedoch 4 Geisseln. Mikrogonidienbildung und Copulation beobachtet.

Süsswasser. Europa und Ostindien. 1 Art.

Spondylomorum Ehrbg. 1848 (59), Stein (167).

Synon. Uvella p. p. (Bodo) Ehrbg. (32), Carter (130), Phacelomonas Stein (83).

T. 45, Fig. 4.

Koloniebildend, Einzelthiere sehr ähnlich Carteria. Die Kolonien bestehen aus 16 gleich gerichteten Individuen, die in 4 alternirenden Kränzen von je 4 Individuen um die Längsaxe der Kolonie zusammengestellt sind. Der Zusammenhang der Individuen relativ locker. Fortpflanzung durch ziemlich gleichzeitigen Zerfall sämmtlicher Kolonialindividuen durch successive Theilung in neue Kolonien, die sich hierauf aus der Schalenhülle ihrer Mütter befreien.

1 Art. Süsswasser. Europa, Ostindien.

b. Unterfamilie Phacotina.

Flagellatenkörper entsprechend den Chlamydomonas- oder Haematococcusformen gebaut, von fester dicker Schalenhülle umkleidet, welche der Weichkörper gewöhnlich nur zum Theil erfüllt. Die Schale zeigt entweder eine Zusammensetzung aus zwei hälftigen Klappen oder doch eine Neigung, unter gewissen Umständen in die beiden Hälften zu zerreissen.

Coccomonas Stein 1878 (167).

Synon. ? Trachelomonas (acuminata) Schulz (Beitr. zur Kenntniss der Infus. Nassau (Jahrb. d. nass. Ver. f. Naturk. XI).

T. 43, Fig. 11.

Im Allgemeinen sehr ähnlich Haematococcus, jedoch Schale dick, fest und spröde und vorn mit einfacher, kleiner, runder Oeffnung zum Durchtritt der beiden Geisseln. Schalengestalt oval bis viereckig. Fraglich, ob der Weichkörper noch mit einer zweiten dicht aufliegenden Hülle umkleidet ist? Vermehrung durch fortgesetzte Theilung in der Schale, welche hierauf in zwei Hälften zerreisst zum Austritt der Sprösslinge.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Phacotus Perty 1852 (76), Stein (167).

Synon. Cryptomonas p. p. Ehrbg. (32), Cryptoglena p. p. Carter (105 u. 106), Kent p. p.

T. 44, Fig. 3—4.

Schale linsen- bis mehr herzförmig (Durchm. bei Ph. lenticul. bis

0,02 Mm.) aus zwei gleichen Klappen zusammengesetzt, die im Aequator zusammengefügt, jedoch nicht verwachsen sind, daher können dieselben sich nach dem Tod etc. aus ihrem Zusammenhalt lösen. Schalenoberfläche sculpturirt. Flagellat füllt die Schale gewöhnlich nur theilweise aus. Vermehrung durch fortgesetzte Theilung innerhalb der Schale; Copulation zwischen Makro- und Mikrogonidien beobachtet.

Süsswasser. Europa, Aegypten und Ostindien. 2 Arten.

Anhang zu der Familie der Chlamydomonadina.

? Tetratoma n. g. Bütschli.

Synon. Chlamydomonasform Archer (142).

Allgemeiner Bau ähnlich Carteria, doch entspringen die vier Geisseln des Vorderendes nicht aus einem Punkt, sondern aus vier weit getrennten, von welchen jeder farblos ist. Doch scheint Vorderende nicht etwa gelappt zu sein. Elliptisch. Ein weit nach hinten gerückter Augenfleck. Zarte Schalenhülle.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Pyramimonas Schmarda 1850 (65).

Synon. Pyramidomonas Stein (167), Chloraster p. p. Kent (182).

T. 45, Fig. 7.

Klein (L. bis 0,037 Mm.), Gestalt umgekehrt kegelförmig, durch vier Längsfurchen vierrippig. Vorderende mit vier gleichlangen Geisseln. Grün. Contractile Vacuole an der Geisselbasis. Schalenhülle ?. Vermehrung durch Längstheilung. Sehr unvollständig bekannt und speciell in ihren möglichen Beziehungen zur folgenden Gattung unsicher.

Süsswasser. Europa. 1 Art.

Chloraster Ehrbg. 1848 (59), Stein (167), Kent (182).

T. 45, Fig. 5—6.

Klein (L. bis 0,035 Mm.), Gestalt spindelförmig bis umgekehrt kegelförmig, vierkantig bis vierlappig. Grün. Schalenhülle ?. Vorderende mit einer mittleren und vier kranzförmig darum stehenden Geisseln. 1 Augenfleck vorn. Nucleus (?) hinten. Contractile Vacuole ?.

Süss- und Salzwasser. Europa. 2 Arten.

19. Familie Volvocina Ehrbg. emend.

Koloniebildende Phytomastigoda, deren Einzelindividuen bezüglich ihres Baues im Allgemeinen zwischen Chlamydomonas und Haematococcus stehen und stets nur zweigeisselig sind. Zahl der zu Kolonien vereinigten Individuen in den verschiedenen Gattungen sehr verschieden, ebenso wie der Aufbau der Kolonien. Fortpflanzung durch fortgesetzte Theilung sämmtlicher oder nur gewisser Individuen der Kolonie zu Tochterkolonien. Bei einigen (wahrscheinlich wohl allen) tritt zeitweilig Copulation der Individuen bestimmter geschlechtlicher Kolonien auf, ohne oder mit Differenzirung der Kolonien und Gameten in männliche und weibliche. Das

Resultat der Copulation ist eine ruhende Zygote, welche sich später zu einer oder mehreren neuen Kolonien entwickelt.

Gonium O. F. Müller 1773 (6, 11) emend., Ehrbg. (32), Turpin (15), Dujard. (39), Perty (76), Cohn (86) u. (162), Warming (156), Goroshankin (154), Stein (167).

Synon. Volvox p. p. Schrank (8), Pectoralina Bory de Vincent 1824 (Encycl. méthod.), Cryptomonas (Tetrabaena) Dujard. (39), Glenogonium Dies. (121).

T. 44, Fig. 9.

Kolonien aus 4 oder 16, zu einer quadratischen tafelförmigen Gruppe (Seitenlänge bis 0,09 Mm.) zusammengestellten, gleichgerichteten Individuen bestehend. Die Geisseln daher sämmtlich auf einer Seite der Tafel Mit oder ohne eine gallertige Mantelhülle der Kolonien. Fortpflanzung durch gleichzeitigen Zerfall sämmtlicher Kolonialindividuen zu Tochterkolonien. Geschlechtliche Fortpflanzung noch nicht sichergestellt. Dauerzustände der Einzelindividuen beobachtet; zuweilen auch Auflösung der Kolonien in die Einzelindividuen.

2 Arten. Süsswasser. Europa, Nord-Amerika, Nord-Afrika.

Stephanosphaera Cohn 1853 (81), Cohn und Wichura (101).

Synon. Stephonoma Werneck (38).

Kolonien aus 8 Individuen bestehend, die zu einem Ring zusammengeordnet sind. Dieser wird von ansehnlicher kugliger Kolonialhülle (Durchm. = 0,03—0,06 Mm.) umschlossen, so dass er den Aequator derselben bezeichnet. Die Geisseln der Individuen treten in diesem Aequator hervor. Gewöhnliche Vermehrung wie bei Gonium. Dauerzustände beobachtet. Zuweilen Mikrogonidienbildung und in deren Gefolge vielleicht Copulation. Die Mikrogonidien zerstreuen sich und gehen schliesslich in Dauerzustände über.

1 Art. Süsswasser, meist in Regenlachen. Deutschland und Lappland.

Pandorina (Bory de Vincent 1824, Encyclop. méthod.), Ehrbg. 1838 (32), Perty (76), Focke (58), Henfrey p. p. (93), Pringsheim (127), Fromentel (146), Stein (167).

Synon. Volvox O. F. Müller p. p. (12), dto. Schrank p. p. (14), Synaphia Perty (76), Diplodorina Fromentel (146), dto. Parona (Arch. sc. phys. et natur. Bibl. univers. 3. s. T. X).

T. 44, Fig. 8.

Kolonien kuglig bis oval (Durchm. = 0,06—0,09 Mm.), aus meist 16 (seltner 32) Individuen zusammengesetzt, die zu einer kugligen Gruppe, ähnlich Synura, um ein Centrum, sich dicht berührend vereinigt sind. Jedes Individuum besitzt eine besondere Schalenhaut und ausserdem findet sich eine gemeinsame, mehr oder weniger dicke, bis ziemlich starke und dann geschichtete Mantelhülle. Fortpflanzung in gewöhnlicher Weise. Zu gewissen Zeiten Erzeugung geschlechtlicher Kolonien, die sich von den gewöhnlichen nur wenig unterscheiden und deren Individuen nach ihrer Zerstreuung zur Copulation schreiten. Geschlechtliche Differenz der

Gameten kaum angedeutet. Aus der ruhenden Zygote gehen 1 bis mehrere neue Kolonien hervor.

1 sichere Art. Süsswasser. Europa, Nord-Amerika, Ostindien und Nord-Afrika.

Eudorina Ehrbg. 1831 (19) und (32), Carter (105), Pringsheim (127), Goroshankin (154), Bütschli (171), Stein (167).

Synon. Volvox p. p. O. F. Müller (12), Pandorina Henfrey p. p. (93).

Kolonien kuglig bis oval (Durchm. = 0,1—0,15 Mm.), gewöhnlich aus 32, seltner nur aus 16 kugligen bis ovalen beschalten Individuen zusammengesetzt, die sich in regelmässigen und ziemlich weiten Abständen von einander auf der Innenfläche der mässig dicken Kolonialhülle vertheilen und nicht bis ins Centrum der Kolonie reichen. Gewöhnliche Fortpflanzung in bekannter Weise. Zuweilen Auftreten weiblicher und männlicher Kolonien, von welchen die ersteren den gewöhnlichen entsprechend gebaut sind, die letzteren dagegen durch successive Theilung ihrer Zellen Spermatozoënplatten erzeugen, welche die ovoiden Gameten befruchten. Aus der ruhenden Zygote, dem befruchteten Ei, geht eine neue Kolonie hervor.

1 sichere Art. Süsswasser. Europa und Ostindien.

Volvox (L. 1788) emend. Ehrbg. (32), Focke (58), Perty (76), Laurent (62), Williamson (71 u. 78), Busk (77), Cohn (91 u. 147), Carter (106), Kirchner (177), Goroshankin (154), Stein (167).

Synon. Sphaerosira Ehrbg. (32), dto. Perty etc.

T. 45, Fig. 2; T. 46, Fig. 1.

Kolonien kuglig und gross (zwischen 0,2—0,7 Mm.). Zahl der sie zusammensetzenden Zellen gross bis sehr gross (bis 12,000). Dieselben vertheilen sich ähnlich wie bei Eudorina in gleichen Abständen auf der Innenfläche der gemeinsamen, mässig dicken Kolonialhülle und liegen in weitabstehenden besonderen Schalenhüllen, die sich gegenseitig zu hexagonalen Umrissen comprimiren und mit denen der benachbarten Zellen verwachsen. Alle Zellen der Kolonie stehen durch plasmatische Verbindungsfäden in directem Zusammenhang. Die gewöhnliche Fortpflanzung ist auf gewisse Zellen, die sogen. Parthenogonidien, beschränkt, welche durch fortgesetzte Theilung Tochterkolonien erzeugen, die schliesslich aus der Mutter hervorbrechen. Die geschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch besondere, zu gewissen Zeiten entstehende Geschlechtskolonien, welche, je nach den Arten entweder getrennt geschlechtlich oder hermaphroditisch sind. Die weiblichen Kolonien und die hermaphroditischen entwickeln eine Anzahl Eizellen, homolog den Parthenogonidien; die männlichen dagegen und ebenso die hermaphroditischen eine Anzahl Spermatozoënbündel. Aus dem befruchteten Ei, der ruhenden Zygote, geht nur ein einziger junger Volvox hervor.

3 Arten. Süsswasser. Europa, Ostindien, Nord-Amerika.

20. Familie Tetramitina Bütschli (non Kent).

Kleine monaxone, zweistrahlige oder etwas asymmetrische Formen von meist länglicher Gestalt und mit fein zugespitztem Schwanzende. Nackt und daher zuweilen auch etwas amöboid. Vorderende entweder mit vier gleichen Geisseln oder von diesen eine beträchtlich länger und nach hinten gerichtet; selten statt dieser hinteren Geissel ein undulirender Saum. Nucleus dicht hinter der Geisselbasis. Ernährung wohl durchaus animalisch, doch deutliche Mundstelle nur selten nachgewiesen.

Collodictyon Carter 1865 (17b).

Synon. Tetramitus p. p. (sulcatus) Stein (167).

T. 45, Fig. 3.

Mässig gross (L. bis 0,035 Mm.), Gestalt vorn etwas verbreitert und quer abgestutzt, nach hinten wenig verschmälert und abgerundet. Wahrscheinlich etwas abgeplattet; über die eine Fläche zieht eine breite Längsfurche hinab. Vorderende mit vier gleich langen aus einem Punkt entspringenden Geisseln (Carter gibt nur drei an). Nucleus und contractile Vacuole im Vorderende. Nahrungsaufnahme sicher. Vermehrung durch Längstheilung.

Süsswasser. Europa und Ostindien. 1 Art.

Tetramitus Perty 1852 (76), Stein (167) p. p., Kent (182).

Synon. ? Chilomonas (Volvox) Ehrbg. (32), Pyramimonas Bütschli (171), Calycine Monad Dallinger und Drysdale (145).

T. 45, Fig. 13.

Klein (L. bis 0,046 Mm.), nackt, farblos. Gestalt etwa oval mit hinterer zugespitzter schwanzartiger Verlängerung. Vorderende quer abgestutzt und mit peristomartiger, an Chilomonas erinnernder Aushöhlung oder mit schiefer bis etwa zur Körpermitte nach hinten ziehender Abstutzung. Vorderende mit vier ziemlich gleichlangen, aus einem Punkt entspringenden Geisseln. Nucleus im Vorderende, contractile Vacuolen gleichfalls; Nahrungsaufnahme sicher, Mundstelle ?. Vermehrung durch Längstheilung. Sporulation ? (Dallinger und Drysdale).

Süsswasser und marin (Bütschli). Europa. 2 Arten.

Monocercomonas Grassi 1882 (siehe auch Künstler 182 und Compt. rend. October 1883).

Synon. ? Cercomonas (hominis) Davaine (88) und andere Autoren, ?Cercomonas (colubrorum) Hammerschmidt (47), Trichomonas (intestinalis) Leuckart (Parasiten des Menschen), Schedoacercomonas Grassi 1879, Bodo p. p. Kent (182), Protomyxomyces Cunningham (183).

Klein (L. bis 0,015 Mm.). Gestalt und Bau sehr ähnlich Tetramitus, von dem sie sich wesentlich nur dadurch unterscheidet, dass ein Peristom nicht ausgebildet, sondern das Vorderende einfach abgerundet ist. Bei einigen Formen wurde jedoch eine Einkerbung dicht neben der Geisselbasis beobachtet, welche vielleicht auf eine hiergelegene Mundöffnung hindeutet. Zugespitzter Schwanz wie bei Trichomonas und Trichomastix,

von welch letzterer sich die hiehergehörigen Formen nur dadurch unterscheiden, dass die vier Geisseln gleich lang sind (die Angaben der Beobachter über die Zahl der Geisseln lauten jedoch etwas schwankend zwischen 1—4, doch scheint alles darauf hinzuweisen, dass die Vierzahl auch hier die normale ist). Nucleus dicht hinter Geisselbasis wie bei den Verwandten gewöhnlich. Contractile Vacuole? Nahrungsaufnahme wahrscheinlich. Zuweilen amöboid werdend und wahrscheinlich zuweilen unter Geisselverlust in ganz sarkodinenartigen Zustand übergehend.

Parasitisch. Mehrere, sehr wenig verschiedene Arten. Darm des Menschen (bei Diarrhoen), der Reptilien (Lacerta [Künstler], Coronella [Grassi], ? Tropidonotus [Hammerschmidt]), verschiedener Insecten (Larven von Gryllotalpa [Grassi], Melolontha [Grassi und Künstler], Hydrophilus [Künstler]).

Trichomonas Donné 1837 (22), Dujardin (39), Perty (76), Scanzoni und Koelliker (89a—b), Hausmann (131), Hennig (133), Stein (167), Kent (182), Grassi (193), Blochmann (Z. f. wiss. Zoologie 40), Künstler (Compt. rend. Ac. sc. 1883, 1, October).

Synon. Cimaenomonas Grassi (193).

T. 46, 11a und c.

Klein (L. bis 0,04), farblos, nackt, Gestalt ziemlich breit spindelförmig, Hinterende gewöhnlich in stachelartigen zugespitzten Schwanzfortsatz ausgezogen. Auch das Vorderende meist etwas zugespitzt. Am Vorderende 3 gleichlange mässige Geisseln und von deren Basis aus zieht ein undulirender Saum verschieden weit über die Bauchseite nach hinten, um sich zuweilen in ein freies Flagellum fortzusetzen. Ueber die Rückseite zieht z. Th. ein zarter Kiel hin. Nucleus dicht hinter der Geisselbasis; contractile Vacule wahrscheinlich fehlend. Nahrungsaufnahme?

Parasitisch. Darm der anuren Amphibien, wahrscheinlich auch im Darm der Mäuse, Ratten, Katzen, Cavia cobaja und Enten (Grassi), Darm von Limax. Scheide der Frauen. Ca. 3 Arten.

Trichomastix Blochmann (Zeitschr. f. wiss. Zoologie 40).

T. 46, Fig. 11b.

Unterscheidet sich wesentlich dadurch von Trichomonas, dass an Stelle des undulirenden Saumes eine ansehnlich lange freie Geissel tritt.

Parasitisch. Europa. Darm von Lacerta.

Hieher gehört vielleicht auch die von Grassi (193) unter dem Namen Heteromita Caviae aus dem Darm von Cavia beschriebene Flagellate.

21. Familie Polymastigina.

Kleine farblose Formen von zweistrahligem oder bilateralem Bau. Gestalt etwa oval mit breiterem oder zugespitztem Hinterende, das sich bei den typischen Formen in zwei Geisseln fortsetzt. Am Vorderende oder den Seiten des Körpers jederseits zwei bis drei Geisseln von gleicher Beschaffenheit. Ernährung animalisch oder vielleicht zum Theil saprophytisch, doch noch wenig festgestellt.

Hexamitus Dujardin 1838 (28) und 39; Bütschli (171), Stein (167), Kent (182), Certes (189).

Synon. ? Chaetomonas (constr.) Ehbg. (32); Heteromita pusilla Perty (76). Amphimonas Diesing (121) p. p., ? Künstler (192) No. 3. Dicercomonas Grassi (193).

T. 46, Fig. 2.

Klein (L. bis 0,03 Mm.), farblos; nackt und häufig ziemlich metabolisch bis nahezu amöboid. Gestalt oval bis länglich; Vorderende abgerundet oder zugespitzt, trägt jederseits zwei dicht zusammenstehende, gleichlange, ansehnliche Geisseln. Hinterende quer abgestutzt oder schwanzartig ausgezogen, trägt zwei lange Geisseln, die gewöhnlich nachgeschleppt werden und häufig zu vorübergehender Befestigung dienen. Nucleus im Vorderende. Contractile Vacuole am Hinterende sich contrahirend. Nahrungsaufnahme am Vorderende. Vermehrung durch Längstheilung.

Süsswasser, Infusionen und parasitisch (Darm von Fröschen und Tritonen, sowie der Auster). Europa. Artenzahl ca. 3.

Megastoma Grassi 1881 und 1882 (193).

Synon. Cercomonas (intestinalis) Lambl (108 u. 109), Dimorphus Grassi (1879, Gazz. med. ital. Lomb.).

T. 46, Fig. 3.

Aehnlich Hexamitus. Gestalt entschieden bilateral, mit hinterem Schwanzanhang, der sich in zwei Geisseln verlängert (L. bis 0,01 Mm.). Vorderhälfte der Bauchseite schief abgestutzt bis ausgehöhlt, ähnlich gewissen Tetramitus. Cuticula? Auf hinterer Hälfte der Bauchseite ein zarter Kiel. Jederseits in Mittelregion des Körpers entspringen mehrere (wahrscheinlich 3) Geisseln. Nucleus und contractile Vacuole?

Parasitisch. Dünndarm verschiedener Mäuse, der Katze und des Menschen.

? Polymastix n. g. Bütschli.

Synon. Trichomonas Grassi (193), s. auch Künstler (192).

Klein (L. bis 0,014 Mm.), oval, mit zugespitztem oder zwei- bis dreilappigem Schwanzende. Das abgerundete Vorderende mit 4 (Grassi) oder 6 (Künstler) ansehnlichen und gleichen Geisseln. Auf der Körperoberfläche bemerkt man eine verschiedene Anzahl dunkler und verschieden langer Striche, die Grassi für trichocystenartige Gebilde zu halten geneigt ist, während sie Künstler für Rippen der Oberfläche erklärt. Bei gewissen Individuen finden sich weiterhin eine verschiedene Zahl geisselartiger Fäden in verschiedener Anordnung auf dem gesammten Körper vertheilt, die nach Künstler eine zitternde Bewegung besitzen sollen, während sie Grassi mit den trichocystenartigen Gebilden in Zusammenhang zu bringen sucht. Künstler dagegen ist zweifelhaft, ob sie nicht etwa nur fremde, dem Körper zufällig anhaftende Gebilde sind. Mundöffnung nach K. dicht hinter der Geisselbasis. Nucleus im vorderen Körperende. Contractile Vacuole? Vermehrung durch Quertheilung wahrscheinlich. 1 Art. Darm der Larve von Melolontha vulgaris, sehr häufig.

22. Familie Trepomonadina Kent.

Farblose, kleine Formen, hauptsächlich dadurch ausgezeichnet, dass die beiden nach vorn gerichteten Geisseln weit von einander getrennt an den Seiten des Körpers entspringen. Siehe die Characteristik der einzigen Gattung.

Trepomonas Dujardin (39), Perty (76), Fromentel (146), Bütschli (171), Stein (167), Kent (182).

Synon. ? Gonium (corrugat.) p. p. O. F. Müller (12), Grymaea Fresenius (102).

T. 45, Fig. 14; T. 46, Fig. 1.

Klein, nackt, farblos (L. bis 0,03 Mm.). Gestalt etwa umgekehrt kegelförmig, Hinterende viel dicker wie das Vorderende. Parallel der Längsaxe abgeplattet. Die beiden Seitenkanten der hinteren Körperhälfte in nach hinten sich erhöhende Flügel ausgewachsen, welche nach entgegengesetzten Seiten gekrümmt sind, so dass die Gesammtgestalt etwa einer Schiffsschraube ähnlich sieht. Vom Vorderende jedes Seitenflügels entspringt eine nach vorn gerichtete Geissel*). Nucleus im Vorderende, contractile Vacuole im Hinterende contrahirt. Vermehrung durch Längstheilung. Nahrungsaufnahme sicher.

Süsswasser und Infusionen. Europa. 1 Art.

23. Familie Cryptomonadina.

Gefärbte oder ungefärbte zweiseitige bis asymmetrische Formen von Mittelgrösse. Ohne eigentliche Cuticula. Meist seitlich comprimirt. 2 mässig lange Geisseln des Vorderendes, dasselbe mehr oder weniger schief abgestutzt, gewöhnlich mit peristomartiger Einsenkung, die sich auf der linke Seite weiter nach hinten hinabzieht und entweder in einen Schlund führt oder dieser fehlend. Theils thierische Ernährung, theils holo-, theils saprophytisch.

Cyathomonas Fromentel 1874 (146) emend., Kent (182).

Synon. ? Monas (urceol.) Perty (76), Monas (truncata) Fresenius (102), Spumella (?) Bütschli (171) p. p. Goniomonas St. (167).

T. 45, Fig. 8.

Klein (L. bis 0,023 Mm.), farblos. Gestalt oval mit schief abgestutztem Vorderende, sehr abgeplattet. Zwei ziemlich gleichlange Geisseln an der vorderen Körperspitze; Nucleus an der längeren Körperseite; contractile Vacuole gegenüber im Vorderende. Eine Reihe stark lichtbrechender Körnchen dicht bei und parallel dem vorderen Körperrand. Vermehrung durch Längstheilung.

Infusionen. Europa. 1. Art.

Chilomonas Ehrenberg 1831 (19) und 32, Dujardin (39), Perty (76), Schneider (84), Bütschli (171), Kent (182), Künstler (190).

Synon. ? Cyclidium (nigric.) O. F. Müller (12) p. p., Plagiomastix Dies. (121) p. p., Zygoselmis (nebulosa) Fromentel p. p. (146).

T. 45, Fig. 9.

Gestalt etwa oval (L. bis 0,03 Mm.), von der Seite etwas comprimirt; Vorderende schief abgestutzt und peristomartig ausgehöhlt. An der höheren rechten Lippe der Peristomaushöhlung befestigen sich innen die

*) Stein zeichnet zuweilen noch je eine weitere, am Hinterende jedes Flügels.

beiden mässig langen und gleichen Geisseln. Das Peristom führt in den Mund, der in einen röhrigen, nach hinten etwa bis zur Körpermitte hinabsteigenden Schlund überführt. 1 contractile Vacuole in vorderer Körperspitze dorsalwärts, Kern im hinteren Körperdrittel. Chromatophoren fehlend, dagegen gewöhnlich zahlreiche Amylumkörner dicht unter der Körperoberfläche. Saprophyt.

Infusionen und marin? (Parona). Europa. 1—2 Arten.

Cryptomonas Ehbg. 1831 (19), Perty (76), Fresenius (119), Cienkowsky (134), Strasburger (170), Stein (167), Kent (182), Künstler (190).

Synon. Chilomonas Bütschli (171) p. p., Kent p. p. (182).

T. 45, Fig. 10—11.

Unterscheidet sich von der vorhergehenden Gattung wesentlich nur durch Vorhandensein zweier, die Seitenflächen einnehmender, brauner bis grüner Chromatophorenplatten. Daher lässt sich sogar die generische Trennung von Chilomonas in Frage ziehen. Holophyt.

Süss- und Seewasser. Europa und Aegypten. 1—2 Arten.

Sehr ähnlich Cryptomonas (nicht jedoch Chromulina, wie Brandt meint) scheinen auch die im Meeresauftrieb der Bucht von Neapel häufigen zweigeisseligen Schwärmzellen zu sein, welche Brandt*) geneigt ist, für die beweglichen Zustände der sogenannten gelben Zellen, der bei den Radiolarien (p. 456) besprochnen Zooxanthellen zu halten. Sollte sich diese interessante Beobachtung bestätigen, so würde sich hieraus ergeben, dass parasitische Flagellaten eine sehr wichtige Rolle bei den verschiedensten Meeresthieren spielen, denn die neuerdings sehr erweiterten Beobachtungen haben das Vorkommen solcher Zooxanthellen in früher ungeahnter Verbreitung dargelegt.

Aus Brandt's Mittheilung entnehme ich weiterhin, dass auch die von Cienkowsky**) vor einiger Zeit beschriebne neue Flagellatenform Exuviaella marina, welche er im weissen wie schwarzen Meer häufig beobachtete, der von Brandt beobachteten Form sehr ähnlich ist. Leider hatte ich keine Gelegenheit die Cienkowsky'sche Arbeit selbst zu sehen und bin daher auch ausser Stand, die darin noch weiter beschriebenen zwei neuen marinen Gattungen Daphnidium und Multicilia im System aufzuführen.

Oxyrrhis Dujardin 1841 (39), Kent (182), Blochmann (Zeitschr. f. wiss. Zoologie 40).

Synon. Glyphidium Fresenius (119), Cohn (122).

T. 45, Fig. 12.

Mittelgross (L. bis 0,03 Mm.); Gestalt etwa oval, Hinterende abgerundet; Vorderende in einen rückenständigen, etwas zugespitzten Fortsatz verlängert; an der Basis desselben linksseitig eine ziemlich weit nach hinten ausgedehnte Grube, an deren dorsalem Rand, und zwar an einem zahnartigen Vorsprung die beiden ziemlich gleich langen Geisseln entspringen. In der Ruhelage biegen sich die Geisseln nach hinten durch die Grube zurück und treten vorn aus derselben wieder hervor. Nucleus

*) Ueber die morph. und physiol. Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. Mittheil. der zoolog. Station zu Neapel. 4. Bd. p. 192.

**) Bericht über die Excursion nach dem weissen Meer. Arbeit. der Petersb. Naturf. Gesellsch. 12. Bd. 1881.

etwa in der Körpermitte; contractile Vacuole wahrscheinlich fehlend. Bewegung stets mit dem Hinterende voran. Mundstelle an der Geisselbasis. Nahrungsaufnahme sicher. Vermehrung durch Quertheilung.

Marin. 1 Art.

8. Physiologisch-Biologisches.

A. Bewegungserscheinungen.

Die bei den Flagellaten zu beobachtenden Bewegungsvorgänge sind dreierlei Art: 1) die amöboide Bewegung, 2) die Bewegung durch Geisseln, 3) die Contractionsbewegungen des Körpers oder die Metabolie, an welche sich auch diejenigen Fälle anschliessen, wo die Contractionserscheinungen nur auf gewisse Körpertheile oder Regionen beschränkt sind und 4) Strömungsbewegungen des Körperplasmas. Wie wir aus Früherem schon zur Genüge wissen, treten diese Bewegungsformen nicht selten bei einer und derselben Flagellate combinirt oder abwechselnd auf, wie dies ja auch schon daraus hervorgeht, dass die Geisselbewegung sämmtlichen in gewissen Lebensepochen eigen ist und, wie wir früher schon betont haben, gerade die Hauptepoche des Lebens bezeichnet. Sehr zahlreiche Formen zeigen ausser der Geisselbewegung keine andere, während nicht wenige der einfacheren auch dauernd oder doch zu gewissen Zeiten amöboid beweglich sind. Da diese Fälle schon (p. 659 ff.) etwas genauer besprochen wurden und die allgemeine Natur dieser Bewegungsvorgänge ja aus früheren Abschnitten hinreichend bekannt ist, brauchen wir sie an dieser Stelle nicht nochmals zu erläutern. Zahlreiche Euglenoidinen, speciell die Eugleninen, sowie ein Theil der Astasiinen und Menoidinen, endlich die beiden zu den Monadinen gehörigen Gattungen Bicosoeca und Dinobryon besitzen neben der Geisselbewegung noch das Vermögen contractiver Gestaltsveränderungen, welche, wenn hinreichend energisch, auch einen Ortswechsel hervorrufen können, der sich dann gewöhnlich in kriechender Weise vollzieht.

Da diese Formen auch häufig ihre Geisseln abwerfen, so begegnet man ihnen zeitweise ausschliesslich in solcher Bewegung.

1) Contractionsbewegung des Körpers oder sog. Metabolie. Aus der schon oben angedeuteten Verbreitung dieser Bewegungsform ergibt sich, dass dieselbe in besonderer Entwicklung denjenigen Flagellaten zukommt, welche eine deutliche Cuticula besitzen oder bei welchen das Vorhandensein einer solchen doch sehr wahrscheinlich, wenn auch zur Zeit noch nicht erwiesen ist. Wir dürfen daher auch wohl einen Zusammenhang zwischen dieser Bewegungsform und der Anwesenheit einer Cuticula vermuthen und diese Annahme wird noch dadurch bestärkt, dass die Protozoën, welche hinsichtlich ihrer Bewegungserscheinungen die grösste Analogie mit der Metabolie der Flagellaten zeigen, die Gregariniden nämlich, auch eine wohl entwickelte Cuticula besitzen.

Die hiehergehörigen Bewegungserscheinungen sind nun im Wesentlichen Körpercontractionen, welche viel Aehnlichkeit mit der Contraction der Muskelzellen zeigen. Entweder kann sich nämlich der gesammte Körper in seiner Längsaxe mehr oder weniger energisch zusammenziehen und verkürzen, wie sich z. B. eine langgestreckt nadelförmige Astasiopsis (T. 47, Fig. 4b—c) zu einem nahezu kugligen Körper zusammenzieht — ein weniger langer Urceolus (T. 47, Fig. 5a—b) dagegen zu einem flachen kreiselförmigen Gebilde wird — oder der Contractionsvorgang erstreckt sich zunächst nur über einen Theil der Körperlänge, so dass dieser sich verkürzt und entsprechend verbreitert und der Körper dann zu einem ringförmigen Querwulst aufgeschwollen erscheint (T. 48, Fig. 10b und 9a—b). Ein derartiger Contractionsprocess schreitet nun aber gewöhnlich über den Körper nach dem Vorder- oder Hinterende zu fort, wie solches ja auch bei den Muskelzellen hinreichend bekannt ist, und zuweilen erhebt sich schon wieder eine neue Contractionswelle, bevor die erste das Körperende erreichte. Dass sich auch hierbei der Gesammtkörper mehr oder weniger erheblich verkürzt, ist klar. Hiermit ist denn das Wesen dieser Contractionen oder dieser Metabolie in der Hauptsache geschildert; es bedarf nur noch einiger ergänzender Worte, um gewisse Modalitäten zu erläutern. Nicht immer umgreifen die lokalen Contractionen den Körper so regelmässig ringförmig, sondern sie geschehen manchmal nur einseitig, woraus natürlich eine Biegung oder Krümmung des Körpers nach dieser Seite folgt (speciell die eigentlichen Euglenen zeigen in ihren beweglicheren Formen solche Biegungen nicht selten). Da sich nun auch mehrere lokale Contractionen in verschiedener Weise zu combiniren vermögen, so resultirt hieraus zuweilen eine ziemlich unregelmässige Configuration des Körpers, welche jedoch gewöhnlich rasch wechselt, da ja die lokalen Contractionen selbst nicht dauernd sind, sondern weiter schreiten.

Wie bemerkt, ist der Ausbildungsgrad dieses Contractionsvermögens sehr verschieden, ja wir finden sogar bei einer und derselben Gattung (Euglena) sehr erhebliche Unterschiede in dieser Hinsicht. Während gewisse Formen recht energische Contractionen in der geschilderten Weise ausführen, beschränken sich andere auf halbmondförmige oder schlängelnde Krümmungen (E. Spirogyra), ja bei einigen ist nur das Vorder- und Hinterende zu solchen Krümmungen geneigt (E. oxyuris und tripteris), und endlich gibt es auch Arten, welche lange Zeit gar keine Contractionen ausführen und dann ganz starr erscheinen (E. acus häufig).

Viele der Formen jedoch, welche lange Zeit nur schwache Krümmungscontractionen zeigen, vermögen sich dennoch zu gewissen Zeiten gänzlich zusammenzuziehen.

Eigenthümlich erscheinen noch zwei Arten der Contraction, welche speciell bei gewissen Euglenen nicht selten zu beobachten sind und die nur unter besonderen Modificationen des Contractionsprocesses zu Stande

kommen können. Die eine besteht in einer Abplattung des für gewöhnlich meist drehrunden Körpers parallel der Längsaxe zu bandförmiger Gestalt und ist besonders bei Euglena deses, jedoch auch bei Astasiopsis contorta beobachtet worden. Eine solche Abplattung setzt Contractionsvorgänge voraus, die senkrecht zu der Richtung der seither betrachteten geschehen; vielleicht lässt sie sich jedoch auch so erklären, dass die Contraction in der Längsrichtung geschieht, sich jedoch nur auf eine Mittelebene des Körpers beschränkt, denn der Erfolg eines solchen Vorganges wäre eine Verbreiterung und Verkürzung des Körpers, ohne Dickenzunahme in den übrigen Radialebnen, also die Annahme einer abgeplatteten Form.

Noch seltsamer erscheint die spiralige Contraction oder, richtiger gesagt, die schraubige, wie sie sich nicht selten bei gewissen Euglenen (oxyuris und Spirogyra namentlich), jedoch auch bei der Astasiopsis contorta findet (T. 47, 4a). Der Körper wird hierbei schraubig tordirt; die Schraubenumgänge sind natürlich meist recht steil und verlaufen in nur wenigen Windungen über den Körper. Seltsamer Weise findet sich eine solche Körpertorsion gelegentlich auch bei Bodo angustatus (T. 46, 6b). Stets scheint aber diese Torsion nicht rasch einzutreten und zu schwinden, wie die übrigen Contractionserscheinungen, sondern längere Zeit zu beharren. Bei gewissen, sehr wenig metabolischen Formen, wie Euglena tripteris ist sie sogar zur bleibenden Gestaltung geworden und dasselbe gilt von Phacus longicauda, für welchen Stein wohl irrig annimmt, dass die Zusammendrehung gelegentlich wieder rückgebildet werden könne. Eine schraubige Contraction kann nun meiner Ansicht nach nur derart zu Stande kommen, dass eine einseitige Contraction in der gesammten Ausdehnung des Körpers stattfindet, jedoch nicht längs einer geraden Linie, wie diejenige, welche einfache Einkrümmung verursacht, sondern längs einer die Körperaxe umziehenden Schraubenlinie. Wir werden gleich sehen, dass ein solcher Vorgang der Contraction höchst wahrscheinlich auch bei dem Zustandekommen der Geisselbewegungen eine sehr wichtige Rolle spielt und daher seine directe Wahrnehmung an dem Körper gewisser Flagellaten recht bedeutsam erscheint.

Es fragt sich noch, wie mit Hülfe der geschilderten Contractionsvorgänge eine Ortsbewegung zu Stande kommen kann, wie sie thatsächlich bei kriechenden geissellosen Euglenen etc. häufig beobachtet wird. Da nun ein Ortswechsel unter solchen Umständen nur auf einer Unterlage geschieht, so dürfen wir hieraus wohl schliessen, dass er einfach darauf beruht, dass bei der wechselnden Streckung und Verkürzung des Körpers eine abwechselnde leichte Anheftung oder Anstemmung des Hinter- und Vorderendes eintritt und der Körper so nach Art der Spannerraupe den Ort wechselt.

Noch ist die Frage kurz zu beantworten, wann hauptsächlich diese Contractionsbewegungen der Euglenoidinen eintreten; hierauf lässt sich

zunächst erwidern, hauptsächlich dann, wenn Bewegung mittels der Geissel unmöglich ist, sei es, dass dieselbe verloren gegangen oder durch Zusatz schädlicher Substanzen unwirksam gemacht wurde, oder dass Druck, Wassermangel etc. ein freies Schwimmen verhindern. Während des freien Schwimmens dagegen unterbleiben solche Contractionen gewöhnlich, der Körper verharrt im gestreckten Zustand. Nur wenige Formen, so z. B. Eutreptia, zeigen auch dann häufig lebhafte Contractionen; im Allgemeinen müssen wir solche Contractionen als unvortheilhaft für die freie Schwimmbewegung erachten. Bei Formen wie Peranema dagegen, welche sich auch mit Hülfe der Geisselbewegung nur auf einer Unterlage gleitend vorwärts schieben, treten auch während dieser Bewegung nicht selten Contractionen ein und dienen dann manchmal zur Aenderung der Bewegungsrichtung.

Schliesslich wäre die Frage noch zu lösen, wo wir den eigentlichen Sitz der besprochenen Contractionserscheinungen zu suchen haben. Schon früher bemerkte ich (p. 678—679), es sei sehr unwahrscheinlich, dass etwa die Cuticula, wie dies früher und noch von Stein geschah, der Sitz der Contractilität sei. Speciell die spiralige Streifung derselben, welche Stein mit den sogen. Muskelstreifen der Ciliata vergleicht, kann nicht in dieser Weise gedeutet werden. Auch Klebs ist geneigt, der Cuticula der Euglenoidinen Contractilität zuzuschreiben. Wie gesagt, halte ich dies für sehr unwahrscheinlich, hauptsächlich desshalb, weil die Contractilität in dieser Gruppe im Allgemeinen mit der stärkeren Ausbildung der Cuticula abnimmt. Es stände nun zunächst nichts im Wege, das gesammte Plasma als Sitz der Contractilität zu betrachten, doch spricht dagegen die Erfahrung, dass sowohl bei anderen Protozoën wie bei zahlreichen contractilen Zellen der Metazoën die Contractilität gewöhnlich auf eine peripherische, mehr oder weniger modificirte Plasmaschicht lokalisirt ist, und weiter, dass mit der Voraussetzung einer ähnlichen Beschaffenheit bei den Flagellaten die besonderen Vorgänge ihres Contractionsprocesses besser harmoniren. Bis jetzt mangelt jedoch bei den Flagellaten der sichere Nachweis einer derartigen Schicht. Doch halte ich ihre Nichtexistenz noch für unbewiesen, da die Beobachtung bei diesen kleinen Wesen mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen hat.

Ich vermuthe daher, dass auch bei den durch Metabolie ausgezeichneten Flagellaten eine peripherische Plasmaschicht existirt, die sich durch einen besonderen, regelmässigen Bau ihres Plasmanetzwerkes auszeichnet, wie wir dies auch bei dem contractilen Noctilucatentakel finden werden. Eine besondere Anordnung des Plasmanetzwerkes ist ferner das Bedingende für die sog. Muskelstreifen der Infusorien und schliesslich ebenso für die contractile Substanz der Muskelzellen, worin ich Heitzmann beistimme.

2) Die Bewegung durch Geisseln. Bei der Besprechung dieser Erscheinungen sind zunächst auseinander zu halten, die Be-

wegungsvorgänge der Geisseln an und für sich und dann die durch dieselben bewirkten Ortsbewegungen der Flagellaten.

Hinsichtlich der Eigenbewegungen der Geisseln ist zu betonen, dass dieselben ziemlich mannigfaltig sind, wenn auch ihre schärfere Verfolgung wohl eine principielle Uebereinstimmung verrathen wird. Im Allgemeinen ergibt sich, dass die Geisseln durchaus nicht stets in Bewegung sind, sondern dass sie auch Ruheperioden verschiedener Länge zeigen können. Das Verhalten der verschiedenen Flagellaten ist in dieser Hinsicht wesentlich different; während die einen durch die nur selten pausirenden Geisselbewegungen in rastloser Ortsveränderung erscheinen, stehen andere häufig längere Zeit still. Während der Ruhe zeigen die Geisseln häufig eine ziemlich gestreckte, nicht selten jedoch etwas gebogene Gestalt und erscheinen ziemlich steif. Plötzlich beginnt dann wiederum ihre Bewegung*). Einmal sind es peitschenförmige Schlag-Bewegungen der Geissel in ihrer ganzen Länge, welche speciell an längeren Geisseln nicht selten zu beobachten sind. Dabei bleibt die Geissel entweder ziemlich gestreckt, oder krümmt sich doch nur wenig, oder es treten mehr oder minder unregelmässige schlängelnde Biegungen auf, welche sich wieder mehr ausgleichen, wenn sich die Geissel nach dem Schlag wieder streckt. Wahrscheinlich ist es, dass auch diese Schlängelungen peitschender Geisseln häufig auf unregelmässiger schraubiger Zusammenziehung beruhen, d. h. dass die Schlängelung nicht in einer Ebene geschieht. Wenn solche Schläge mit einiger Energie erfolgen, bringen sie natürlich auch eine Ortsveränderung des Körpers zuwege, derselbe wird ruckweise durch den Widerstand, welchen die schlagende Geissel am umgebenden Wasser findet, auf die Seite geschleudert, oder doch die Richtung seiner Längsaxe geändert. Gleichzeitig können derartige Schlagbewegungen natürlich auch dazu beitragen, einen Nahrungskörper der Mundstelle zuzuführen. Eine wirkliche Schwimmbewegung wird jedoch durch solche Geisselschläge gewöhnlich nicht hervorgebracht, sie erfolgen daher auch gewöhnlich während der Ruhe der Flagellaten, und namentlich bei festgehefteten Formen beobachtet man sie häufig, wo sie dann mit der Nahrungsaufnahme speciell in Beziehung stehen. Auch schwimmende Formen bedienen sich der Schläge zuweilen, um eine Veränderung der Schwimmrichtung herbeizuführen und unter Umständen sind bei mehr-

*) Pfeffer (Unters. aus d. botan. Instit. Tübingen I. p. 444) macht darauf aufmerksam, dass die Geisseln von Chlamydomonas in verschiedner Weise gereizt werden können. Auf mechanischen Reiz, so beim Anstossen der Geisseln an einen festen Körper, erfolgt ein plötzliches Strecken derselben, wodurch ein Rückprallen der Flagellate erzeugt wird, das häufig auch mit einer Veränderung der Richtung der Hauptaxe verbunden ist, welche bewirken kann, dass die Flagellate das Hinderniss allmählich umgeht. In gleicher Weise, wie ein mechanischer Reiz wirkt jedoch auch eine Berührung der Geisseln mit concentrirteren Lösungen und die Beobachtung lehrt ferner, dass ähnliche Streckungen der Geisseln auch ohne äussere Veranlassung, also durch innere Reize veranlasst, eintreten können.

geisseligen Formen gewisse Geiseln, wie es scheint, speciell mit dieser Aufgabe betraut und haben dann auch vorzugsweise oder ausschliesslich diese Bewegungsform.

Eine solche Aufgabe besitzt nämlich die hintere sogen. Schleppgeissel der Heteromastigoda, das sog. Gubernaculum James-Clark's. Dieselbe wird während des Schwimmens gewöhnlich einfach nachgeschleppt, bis sie plötzlich einmal in Wirksamkeit tritt und durch schlagende Bewegungen die Schwimmrichtung ändert, oder sich mit ihrem Ende festhefet und nun ähnliche schlagende Bewegungen ausführt, wobei natürlich der Körper unregelmässig hin- und hergeschleudert, respect. auch zurückgezogen wird, wenn sich die Geissel hierbei gleichzeitig in Schlängelungen legt. In letzterem Falle machen die Bewegungen der Schleppgeissel ganz den Eindruck der Contraction, ähnlich der des Vorticellen-Stielmuskels und ohne es ganz allgemein beweisen zu können, halte ich es doch für sehr wahrscheinlich, dass sich eine solche Schleppgeissel bei ihrer Contraction auch nicht etwa einfach schlängelt, sondern in Schraubenwindungen zusammenzieht, welche nur wegen ihres geringen Durchmessers für Schlängelungen in einer Ebene gehalten werden. Dass sich dies wirklich so verhält, lässt sich durch gewisse Erfahrungen und Betrachtungen sehr wahrscheinlich machen. Einmal fällt es auf, dass die Schleppgeissel auch im Ruhezustand nicht einfach gerade gestreckt erscheint, sondern gewöhnlich einige sehr flache Biegungen aufweist, ähnlich wie der Stielmuskel der Vorticellen sehr flach schraubig gewunden ist. Daher ist es wahrscheinlich, dass sich auch im ruhenden Zustand gewöhnlich schon eine schwachschraubige Drehung der Geissel findet, welche während der Contraction deutlicher hervortritt. Dass dem so sei, d. h. dass die Geissel sich bei der Contraction schraubig rollt, ist in einigen Fällen direct zu beobachten. So an den beiden nach hinten gerichteten Geisseln von Dallingeria (T. 46, Fig. 12 a—b), die sich wie das sogen. Gubernaculum der Heteromastigoda verhalten und sich bei ihrer Contraction deutlich zu einer Schraubenlinie zusammenziehen. Dallingeria setzt sich nämlich häufig mit diesen beiden Geisseln fest und macht nun mittels ihrer Contraction Schnellbewegungen. Entsprechend verhält sich auch Bodo saltans, der sich häufig mit der Schleppgeissel anheftet und nun durch deren Contractionen hin- und hergeschnellt wird. Dass sich auch hierbei die hintere Geissel schraubig contrahirt, geht aus den Beobachtungen Dallinger's und Drysdale's hervor und ich vermag dies zu bestätigen. Weiter unten wird zu zeigen sein, dass schraubige Contractionen nicht auf die Schleppgeisseln beschränkt, sondern wohl allgemein verbreitet sind.

Was nun die feineren Vorgänge bei der peitschenden Bewegung der Geisseln betrifft, so haben wir daran festzuhalten, dass der Sitz der Geisselbewegung jedenfalls in diesen Bewegungsorganen selbst zu suchen ist und weiter, dass es Contractionen des Geisselplasmas sind, welche diese Erscheinung hervorrufen. Erfolgt eine solche Contraction einseitig

längs einer der Geisselaxe parallelen oberflächlichen Linie, so krümmt sich die Geissel natürlich nach dieser Seite, erfolgt eine ähnliche Contraction im basalen Abschnitt der Geissel und ist gleichzeitig der übrige Theil der Geissel schlaff, so wird derselbe hierbei mehr oder minder unregelmässige peitschenartige Schlängelungen ausführen können. Wahrscheinlicher ist es jedoch vielfach und für die oben speciell angeführten Fälle sicher, dass diese scheinbaren Schlängelungen einer schraubigen Contraction der Geissel den Ursprung verdanken. Eine schraubige Contraction aber kann nur dadurch zu Stande kommen, dass die Contractionslinie der Geissel selbst einen schraubenförmigen Verlauf nimmt, werde dies nun dadurch bewirkt, dass auch die scheinbar gestreckte Geissel ganz flach schraubig tordirt ist, oder dass an der nicht tordirten Geissel die Contractionslinie schraubig verläuft. Jedenfalls scheint es nämlich sicher, dass wir diesen Geisseln nicht eine scharf vorgezeichnete und constante Contractionslinie zuschreiben dürfen, denn die Erfahrung lehrt, dass sie sich zuweilen in wenige und längere, andere Male dagegen auch wieder in zahlreichere und demnach auch kürzere Wellen oder Schraubenwindungen zu contrahiren vermögen, was eben nur möglich ist, wenn die Contractionslinie einen wechselnden Verlauf nimmt.

Wir gelangen nun zu der eigentlichen Schwimmbewegung der Flagellaten mit Hülfe der Geisseln. Es dürfte sich empfehlen, die Betrachtung mit der Besprechung der Totalbewegung schwimmender Flagellaten zu beginnen und dieser erst eine Analyse der Geisselbewegungen folgen zu lassen, da die letzteren gewöhnlich so rasch geschehen, dass ihre directe Beobachtung bis jetzt kaum glückte und im Allgemeinen nur von einer welligen oder schraubigen, zuweilen auch rasch pendelnden Bewegung die Rede ist. Die durch die Geisseln verursachten Schwimmbewegungen geschehen fast durchaus so, dass das die Geisseln tragende Ende vorausgeht. Nur eine einzige Ausnahme von dieser Regel ist bekannt, die Gattung Oxyrrhis nämlich, bei welcher zwar die Geisseln nahe der Körpermitte entspringen, deren Bewegungen aber sicher so erfolgen, dass die Geisseln nach hinten gerichtet sind, während sonst die Haltung der Geisseln bei der Bewegung stets eine nach vorn gerichtete ist.

Durch diese Eigenthümlichkeit unterscheiden sich die Bewegungen der Flagellaten sehr wesentlich von denen der ebenfalls mit Geisseln ausgerüsteten thierischen Spermatozoën, bei welchen die Geissel stets nach hinten gerichtet ist. Nur wenige Beobachter wollen gelegentlich auch ein Rückwärtsschwimmen gewisser Flagellaten wahrgenommen haben und es ist auch keineswegs unwahrscheinlich, dass solches, ähnlich wie bei den pflanzlichen Zoosporen, unter gewissen Umständen geschieht, namentlich dann, wenn sich der Vorwärtsbewegung ein Hinderniss in den Weg stellt. Immerhin kann dieser Fall jedoch nur sehr selten eintreten, da er nur wenige Male speciell erwähnt wird. So bezeichnet Perty Cryptomonas als eine Form, welche sich häufig nach

rückwärts bewege und Cohn (1850) findet, dass Haematococcus sich ebensowohl vor- wie rückwärts zu bewegen vermöge, doch ist auch bei dieser Gattung die Vorwärtsbewegung der gewöhnliche Vorgang.

Seltsam abweichend verhält sich nach Stein in ihren Schwimmbewegungen noch die Gattung Nephroselmis; der Körper dieser zu den zweigeisseligen Isomastigoden gehörigen Form besitzt bekanntlich eine die Längsaxe übertreffende Breitenaxe und bewegt sich dementsprechend auch in der Richtung dieser längeren Axe, also senkrecht zu der gewöhnlichen Richtung der Isomastigoden. Es steht dies jedenfalls im Zusammenhang mit der auffallenden Form jenes Wesens, welche diese Bewegungsrichtung zu der vortheilhafteren macht, da in ihr der Körper dem geringsten Widerstand begegnet.

Die Schwimmbewegungen geschehen nun entweder ganz frei im Wasser und sind dann stets mit Rotation um die Längsaxe verknüpft, oder sie sind mehr Gleitbewegungen auf einer Unterlage, wie sie speciell gewisse Euglenoidinen (Peranema, Petalomonas, auch die Astasiinen z. Th) darbieten und dann fehlt die Rotation um die Axe. Ganz scharf dürften sich diese beiden Bewegungsarten nicht trennen lassen, da auch Formen mit erst erwähnter Bewegungsweise, bei gelegentlichem Fortgleiten auf einer Unterlage wohl die zweite Bewegungsart annehmen können und das Umgekehrte wohl auch gelegentlich für die gleitenden Formen gilt. Immerhin ist bei den Letzteren die Körpergestaltung der Bewegungsart fast stets mehr oder weniger angepasst, indem eine abgeflachte Kriech- oder Bauchfläche ausgebildet und der Körper überhaupt abgeplattet ist. Sehr gewöhnlich sind derartige Formen auch mit dem schon geschildertem Steuerapparat in Gestalt einer Schleppgeissel versehen. Wie schon angedeutet wurde, geschehen solche Gleitbewegungen relativ langsamer wie die freien Schwimmbewegungen.

Letztere erfolgen entweder in ziemlich geraden oder auch in mehr oder weniger gebogenen Linien, ja gewisse Formen beschreiben sogar zuweilen ziemlich enge Kreise (Chilomonas, Cyathomonas); jedenfalls herrscht jedoch in dieser Hinsicht sogar bei einer und derselben Form keine völlige Constanz. Natürlich erfolgt die Vorwärtsbewegung in der beschriebenen Weise nicht gleichmässig fortdauernd, sondern es wechselt die Bewegungsrichtung früher oder später, sei dies nun durch eine äussere Ursache, ein Hinderniss oder dergleichen verursacht, oder durch eine innere Ursache bedingt. Die Mannigfaltigkeit in den Schwimmbewegungen wird durch die geringere oder grössere Häufigkeit, mit welcher ein solcher Wechsel eintritt, hervorgerufen. Nicht wenige Formen beharren ziemlich lange in der einmal eingeschlagenen Bahn, speciell gilt dies für zahlreiche Chlamydomonadinen und verwandte Isomastigoden, auch die Eugleninen im Allgemeinen; wogegen bei Anderen ein häufiger Wechsel stattfindet und die Bewegung dadurch eine unstete hin- und herschiessende bis flatternde wird.

Wie bemerkt, erfolgen die freien Schwimmbewegungen stets unter Rotation des Körpers um seine Längsaxe, doch ist bei den Flagellaten der genauere Vorgang dieser Rotation leider noch wenig erforscht worden. Sowohl die Beobachtungen an den pflanzlichen Zoosporen jedoch, wie allgemein theoretische Betrachtungen über das Zustandekommen der Schwimmbewegung machen es unabweisbar, dass diese Rotation für eine bestimmte Art gewöhnlich constant in einer Richtung geschieht, und dass sie in umgekehrter Richtung erfolgt, wenn die Bewegung nach rückwärts stattfindet. Cohn gibt zwar für Haematococcus an, dass die Drehung auch abwechselnd nach rechts und links erfolgen könne*). Auch Klebs bemerkt, dass die Rotationsrichtung bei den Euglenen nicht immer constant sei; selbst wenn dies so zu verstehen wäre, was aus dem Satz nicht folgt, dass bei einem und demselben Wesen die Drehungsrichtung wechsle, so lässt sich dies doch durch die später zu erwähnende theoretische Darstellung begreifen, wenn nur die Rotationsrichtung nicht plötzlich wechselt, was gegen unsere und wohl jede Erklärung der Schwimmbewegung mittels der Geisseln spräche.

Wir besprachen seither nur solche Fälle, bei welchen die Rotationsaxe mit der Körperaxe und gleichzeitig auch der Bewegungslinie zusammenfällt. Nun gibt es jedoch auch Beispiele, wo dies nicht der Fall ist. So geschieht die Rotation nach Klebs bei den Euglenen so, dass der Körper hierbei um die Axe der Bewegungsbahn kreist und hierbei das vordere Körperende einen weiteren, das hintere einen engeren Kreis, oder, streng genommen, jedes eine entsprechende Schraubenlinie beschreibt. Demnach bewegt sich also die Euglena in einer Schraubenlinie um die ideale Axe ihrer Bahn. Dasselbe gilt sicherlich auch noch für weitere Flagellaten und wurde auch schon von Perty im Allgemeinen für dieselben angegeben; auch Cohn schilderte für Haematococcus eine solche schraubige Bewegung um die Idealaxe der Bahn, wenngleich die von ihm gegebene Analyse der Bewegungen dieser Flagellate etwas unverständlich ist.

Wenn wir es nun versuchen, uns eine Vorstellung von den wirksamen Geisselbewegungen zu machen, welche jene geschilderten Schwimmbewegungen hervorzurufen im Stande sind, so wenden wir uns vielleicht zunächst am Besten zu den ersterwähnten Gleitbewegungen, da sich bei diesen noch am ehesten die Thätigkeit der Geissel selbst beobachten lässt. Bei den grösseren Heteromastigoden, sowie den Gattungen Peranema und Petalomonas beobachtet man nun, dass während des Gleitens gewöhnlich nur ein verhältnissmässig kleiner Theil der Geissel bewegt wird, nämlich nur deren Ende und zwar sieht man dieses anscheinend in rascher Schlängelung begriffen. Genauere Beobachtung lehrt, dass diese Schlängelung dadurch hervorgerufen wird, dass ziemlich kurze Wellen

*) A. Braun dagegen (70) will bei Haematococcus stets Linksdrehung beobachtet haben.

rasch über das Ende der Geissel verlaufen. Dieselben Bewegungsvorgänge vollziehen sich nun sicherlich auch an den Geisseln der freischwimmenden, in rascher Bewegung begriffenen Formen. Wenngleich dies meist nicht direct zu beobachten ist, so folgt es doch wohl sicher daraus, dass bei verlangsamter Bewegung häufig genug die über die Geisseln hinziehenden Wellen wahrzunehmen sind und weiterhin daraus, dass bei rascher Tödtung der Flagellaten die Geisseln sehr gewöhnlich in wellig geschlängelter Beschaffenheit absterben. Zum Unterschied von den ersterwähnten Gleitbewegungen ist in diesen häufigeren Fällen jedoch zu beobachten, dass die Geisseln in ihrer gesammten Länge in Wellenbewegung begriffen sind. Es tritt zuweilen statt der Wellenbewegung auch ein rasches Hin- und Herschwingen der Geisseln auf, eine Bewegungsform, welche aber meiner Ansicht nach, nur als eine besondere Art der erstgedachten betrachtet werden muss und zwar als deren einfachste Art, wo nämlich die Länge der Wellen die der Geissel übertrifft, so dass letztere stets nur einen Theil einer Wellenlinie beschreibt. Die wichtigste Frage bei der Erklärung der Ortsbewegung unserer Flagellaten durch die Wirkung der Geisseln ist nun aber die, ob die geschilderte Wellenbewegung wirklich eine solche ist, oder nur eine scheinbare, d. h. ob sie nicht in Wahrheit darauf beruhe, dass die Geissel sich in einer Schraubenlinie bewegt, d. h. successive die aufeinanderfolgenden Stellungen einnimmt, welche eine in Rotation um ihrer Axe befindliche Schraubenlinie einnehmen würde.

Es ist klar, dass die optische Erscheinung einer solchen rotirenden Schraubenlinie sich unter dem Bild von über die Geissel fortschreitenden Wellen darstellen würde, so dass also in der scheinbaren Wellenbewegung der Geisseln an sich kein Widerspruch gegen eine derartige Auffassung liegt. Mancherlei spricht jedoch dafür, dass die Sache sich thatsächlich so verhält. Zunächst ist hervorzuheben, dass ich häufig bei der Beobachtung direct den Eindruck hatte, dass die Bewegung eine schraubenförmige sei und dies auch schon 1878 gelegentlich aussprach. Auch bei anderen Beobachtern rief die Sache wohl die gleiche Vorstellung hervor; so sagt Hofmeister*) direct, dass die pflanzlichen Zoosporen sich durch schraubenlinige Bewegungen ihrer Geisseln bewegten. Auch Hensen**) gibt zu, dass die durch vorderständige Geisseln bewirkte Vorwärtsbewegung wohl auf schraubige Bewegungen der Geisseln zurückzuführen sei. Weiterhin können wir zur Unterstützung unserer Ansicht auf die schon oben aufgeführten Fälle hinweisen, welche zeigten, dass sich die Geisseln bei energischer Contraction gewöhnlich in einer Schraubenlinie zusammenziehen und ich betone bei dieser Gelegenheit nochmals, dass mir der eigenthümlich schwach bogig geschlungene Verlauf, welchen zahlreiche Geisseln im Ruhezustand zeigen, ganz den Eindruck einer sehr flachen

*) Handbuch der physiologischen Botanik, Bd. I, p. 29.

**) Physiologie der Zeugung

Schraubenlinie macht. Zu diesen Belegen gesellt sich nun noch ein weiterer, der mir ganz besonders wichtig erscheint. Wie schon bei früherer Gelegenheit (p. 123) mitgetheilt wurde, zeigt die sog. Amoeba radiosa häufig schwach schwingende Bewegungen ihrer Pseudopodienenden. Diese Bewegungen geschehen hier so langsam, dass eine genauere Beobachtung ihres Verlaufes möglich ist, und diese zeigt dann auch ganz deutlich, dass es sich nicht um einfach pendelnde, sondern um schraubig rotirende Bewegungen der Pseudopodien handelt. Dass solche vorliegen, geht z. B. sicher aus dem Fall hervor, wo das Ende des Pseudopodiums schlingenförmig umgebogen war und nun bei den Bewegungen der Geissel deutlichst rotirte.

Fragen wir uns nun, wie eine schraubige Rotationsbewegung der Geissel zu Stande kommen kann, so ergibt sich, wenn wir die morphologische Natur der Geissel berücksichtigen, dass diese Bewegung nicht wohl anders geschehen kann, als dass die an der Geissel schraubig verlaufende Contractionslinie eine veränderliche ist, d. h. dass sie sich im Verlauf einer Rotationsbewegung der Geissel einmal um dieselbe herumbewegt. Eine Ueberlegung dessen, was geschehen muss, wenn die Contraction der Geissel längs einer Schraubenlinie geschieht, die in fortdauernder Rotation um die Geisselaxe begriffen ist, ergibt leicht, dass die Geissel dann successive alle die Lagen einnehmen muss, welche eine entsprechend rotirende Schraubenlinie allmählich einnimmt. Ein scheinbares Hin- und Herpendeln der Geissel wird unter diesen Umständen dann eintreten, wenn dieselbe bei dieser Contraction etwa nur die Hälfte einer Schraubenwindung darstellt — das Bild mehr oder minder zahlreicher Wellen dagegen, welche über die Geissel hineilen, wenn die contrahirte Geissel sich in mehrere Schraubenwindungen legt. Unter Voraussetzung solcher rotirender Schraubenbewegungen der Geisseln erklären sich nun die Bewegungen des Flagellatenkörpers ziemlich einfach. Eine Ueberlegung der Wirkungsweise einer am Vorderende eines freischwimmenden Körpers angebrachten rotirenden Schraube ergibt, dass der betreffende Körper sich vorwärts bewegt, wenn die Schraube eine linksgewundene (im Sinne der Botaniker) ist und dabei so rotirt, dass sie, bei nördlich gerichtetem Vorderende des Körpers, westlich aufsteigt und östlich sich senkt, oder wenn die Verhältnisse gerade umgekehrt liegen, d. h. wenn eine rechtsgewundene Schraube von Ost nach West rotirt. Da nun die schraubig rotirende Geissel der Flagellaten ein mit dem Körper fest zusammenhängendes Gebilde ist, nicht etwa ein demselben gelenkig verbundenes, so folgt hieraus, dass die zweite Componente, in welche sich die bei den Rotationsbewegungen einer Schraube ergebende Widerstandskraft des umgebenden Wassers zerlegen lässt, d. h. diejenige Componente, welche senkrecht zur Vorwärtsbewegung wirkt, eine Rotation des Körpers um seine Axe veranlassen muss, welche der Schraubenrotation stets entgegengesetzt verläuft. Rotirt daher die schraubige Geissel von Ost nach West, so rotirt der Körper von West nach Ost und um

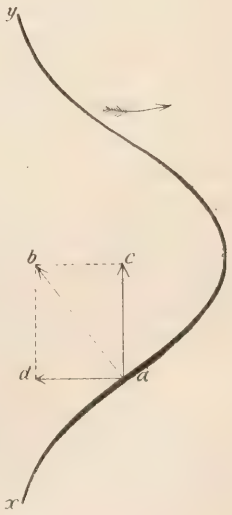
gekehrt. Die Stärke der Rotation steht unter sonst gleichen Bedingungen im geraden Verhältniss zu der Höhe der Schraubengänge.*)

Bei Gegenwart zweier oder mehrerer gleicher Bewegungsgeisseln des Vorderendes ist jedenfalls anzunehmen, dass dieselben in ganz gleicher Weise wirken, und dabei wird natürlich der gleiche Effect in verstärkter Weise erzielt. Interessant ist, dass sich bei gewissen Flagellaten sogar eine Vorkehrung findet, wodurch die Rotation des Körpers nochmals z. Th. für die Vorwärtsbewegung nutzbar gemacht wird. Wenigstens können wir den Sinn der dauernden oder vorübergehenden Schraubengestalt gewisser Formen nicht wohl anders auffassen. Natürlich ist es nothwendig, dass die Schraube des Körpers entgegengesetzt derjenigen gewunden ist, welche die Geissel bei der Vorwärtsbewegung darstellt, da ja der Körper in entgegengesetzter Rotation wie die Geissel ist. Nur dann wird durch die Schraubengestalt des Körpers ein neuer Antheil zur Vorwärtsbewegung zugefügt, im umgekehrten Fall dagegen dieselbe verzögert.

Noch bleibt ein Punct der Besprechung übrig, nämlich die Eigenthümlichkeit zahlreicher Formen nicht um ihre Längsaxe zu rotiren, sondern um die ideale Axe der Bewegungsbahn. Die Erklärung hiefür hat wohl schon Nägeli**) richtig gegeben, indem er darauf hinwies, dass dieselbe Erscheinung bei den pflanzlichen Zoosporen auf deren z. Th. asymmetrischen Bauweise beruhe und dies gilt noch mehr für zahlreiche Flagellaten, welche ja ziemlich stark asymmetrisch sind. Jede solche Asymmetrie jedoch muss eine Störung des geradlinigen Fortschreitens bewirken, welche sich in Verbindung mit der Rotation des Körpers in der erwähnten Weise aussprechen muss.

---

*) Es dürfte sich empfehlen, die durch die Rotation einer schraubenförmigen Geissel hervorgerufene Bewegung noch etwas genauer darzustellen. Sei xy auf nebenstehendem Holzschnitt eine Windung einer linksgewundenen schraubenförmigen Geissel, welche in der Richtung des Pfeiles von links nach rechts rotirt, so wird ein beliebiger Punct a dieser Geissel bei seiner Bewegung an dem umgebenden Wasser einen Widerstand erfahren, welcher durch die Kraftlinie a b ausgedrückt werden kann; diese Kraftlinie lässt sich zerlegen in die beiden Componenten ac und ad, von welchen die erste eine Vorwärtsbewegung hervorruft, die zweite dagegen die Rotation des Flagellatenkörpers um seine Axe bewirken wird und zwar, wie aus der Figur ersichtlich ist, in umgekehrter Richtung der Rotation der Geissel. Eine kleine Ueberlegung ergibt, dass in gleicher Weise Vorwärtsbewegung zu Stande kommt, wenn die Verhältnisse gerade umgekehrt liegen, d. h. wenn eine rechtsgewundene Geissel von rechts nach links rotirt, wobei natürlich auch die Rotation des Flagellatenkörpers in umgekehrter Richtung, nämlich von links nach rechts geschieht.



**) Beiträge zur wissensch. Botanik. 2. Heft. p. 97.

Zum Abschluss unserer Besprechung der Bewegungserscheinungen haben wir noch der Bewegungen der freischwimmenden Kolonien zu gedenken. Auch diese ähneln im Allgemeinen denen der Einzelwesen und geschehen namentlich auch unter fortwährender Rotation. Bei den tafelförmigen Kolonien des Gonium pectorale geschieht die Rotation um die kürzere Axe und die Drehung selbst erfolgt bei den verschiedenen Individuen bald nach rechts, bald nach links*). Die ellipsoiden Kolonien der Pandorina und Eudorina rotiren um die längere Axe und zwar die der ersten Gattung nach A. Braun (70) stets im Sinne des Uhrzeigers (wenn die Kolonie auf den Beobachter zueilt) oder südwestlich, wie sich Nägeli**) ausdrückt, der jedoch bei Pandorina zuweilen auch die entgegengesetzte Rotation beobachtete. Interessanter Weise scheint auch der ganz kuglig gebaute Volvox Globator nach den Beobachtungen von Wills***) dieselbe Rotationsrichtung zu besitzen, doch kehrt sich die Rotation auch gelegentlich auf kurze Zeit um. Inwiefern jedoch hier die Rotationsaxe selbst constant ist, lässt sich aus der Mittheilung nicht sicher entnehmen, wiewohl die Angabe, dass die Geburt der Tochterstöcke gewöhnlich an dem vorangehenden Pol geschehe, vielleicht auf eine solche Constanz hindeutet.

Bei den übrigen freischwimmenden Kolonien ist nichts Bestimmtes hinsichtlich der Drehungsrichtung bekannt. Die kugligen Kolonien der Uroglena, Syncrypta und Synura sind in beständigem Umherkugeln begriffen.

4) Protoplasmaströmungen im Innern des Flagellatenkörpers. Strömungserscheinungen des Plasmas, ähnlich wie sie bei den Ciliaten so häufig angetroffen werden, sind bis jetzt nur bei wenigen Flagellaten beobachtet worden. Zuerst machte Bütschli (171) darauf aufmerksam, dass bei Trepomonas eine Circulation des Plasmas am ruhenden Organismus leicht wahrzunehmen ist und dass diese Strömung bald nach der einen, bald nach der anderen Richtung stattfindet und ebenso in ihrer Schnelligkeit sehr wechselt. Eine ähnliche Circulation liess sich auch bei Hexamitus inflatus aus der allmählichen Verschiebung der contractilen Vacuole im Körper erschliessen.

Klebs wies hierauf nach, dass auch bei den metabolischen Euglenen Strömungen des Protoplasmas wahrzunehmen sind, nur scheinen dieselben hier nie zu einer wirklichen Circulation zu werden, sondern sich auf unregelmässiges Hin- und Herwallen des Plasmas und seiner Einschlüsse zu beschränken. Diese Strömungen erstrecken sich bei den Euglenen bis dicht unter die Cuticula, woraus Klebs schliesst, dass hier eine ruhende

*) Pfeffer dagegen (Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tubingen, I. p. 433) sah die Kolonien von Gonium pectorale während der fortschreitenden Bewegung abwechselnd rechts und links drehen.

**) Beiträge zur wissensch. Botanik. 2. Hft. p. 97—98.

***) Mitland Naturalist. Sept.-Oct. 1880.

Hautschicht (einem Ectoplasma vergleichbar) völlig fehle. Obgleich die Strömungserscheinungen bis jetzt nur bei den erwähnten wenigen Formen beobachtet wurden, dürfte es doch sehr wahrscheinlich sein, dass sie eine viel weitere Verbreitung besitzen.

B. Verhalten gegen Wärme und Licht etc.

1. Einfluss der Wärme. Dass die Lebensvorgänge der Flagellaten sich innerhalb ziemlich weiter Temperaturgrenzen abzuspielen vermögen, geht zum Theil schon aus früher Bemerktem hervor. Wir brauchen uns nur des Haematococcus der Hochgebirge und Polarregionen zu erinnern, um zu begreifen, dass gewisse Formen noch bei sehr niederer mittlerer Temperatur zu gedeihen vermögen und namentlich im Stande sind, tief unter Null gelegene Temperaturgrade ohne Nachtheil zu ertragen. Auf Letzteres weisen auch die häufig geschilderten Beobachtungen hin, dass sich zahlreiche Flagellaten noch munter unter der Eisdecke gefrorener Gewässer bewegen, ja sich noch theilen (Klebs für Euglena). Derartige Angaben finden sich zahlreich bei Ehrenberg, Perty, Weisse und Anderen. Auch wiederholtes Einfrieren wird von gewissen Formen ertragen, wie die Versuche von Klebs an Euglena viridis erweisen, wogegen Strasburger (170) die eingefrorenen Schwärmzustände des Haematococcus lacustris und der Cryptomonas stets abgestorben fand. Die ruhenden Zustände der ersteren Form werden hingegen nach Cohn's Beobachtungen (66) durch Frost nicht getödtet, wie dies ja auch durch die Formen des rothen Schnees erwiesen wird. Davaine (152) sah die Monaden der Infusionen beim Einfrieren zu Grunde gehen.

Bei verhältnissmässig nicht sehr niederen Temperaturgraden scheinen dagegen die in warmblütigen Thieren schmarotzenden Formen abzusterben, wenigstens gibt Zunker an, dass die Flagellaten des menschlichen Darmes schon bei 12° C absterben. Doch stehen diesen Angaben die Cunningham's (183) entgegen, welcher die Flagellaten aus dem Darm verschiedener Säugethiere auch ausserhalb des Körpers bei gewöhnlichen Temperaturen weiter gezüchtet haben will. Auch die Herpetomonas aus dem Blut der Ratten bleibt nach Lewis' Erfahrungen häufig mehrere Tage nach der Herausnahme aus dem Wirthsthier lebendig.

Im Allgemeinen übt die Steigerung der Temperatur auch auf die Flagellaten einen belebenden Einfluss aus, sie erhöht, wenn sie eine gewisse Grenze nicht überschreitet, die Energie der Bewegungen und sicherlich auch die des Stoffwechsel, womit sich dann andererseits wieder eine raschere Fortpflanzung verknüpft. So geschehen z. B. nach Strasburger's Angaben die Bewegungen des Haematococcus lacustris zwischen 30—40° C am raschesten. Bei fortgesetzter Temperatursteigerung tritt jedoch eine allmähliche Verlangsamung der Bewegungen ein und damit gewöhnlich auch ein Niedersinken der schwimmenden Wesen, bis die

Bewegungen schliesslich völlig aufhören, ohne dass jedoch der Tod sich gemeldet hätte. Der Eintritt dieser sog. „Wärmestarre" erfolgt natürlich bei den verschiedenen Formen bei etwas verschiedenen Temperaturen und scheint, soweit die wenigen Beobachtungen hierüber berichten, gewöhnlich zwischen 40—50° C stattzufinden. Für Haematococcus lacustris liegt diese Temperatur bei 50° C, niedriger dagegen jedenfalls bei Cryptomonas, die schon bei 45° C zu Grunde geht, wogegen bei dieser Temperatur nach Klebs die Wärmestarre der meisten Euglenen eintritt. Bei Abkühlung werden die wärmestarren Formen allmählich wieder beweglich und erlangen ihre gesammte Lebensfähigkeit wieder. Nur wenig höher wie die Temperatur der Wärmestarre liegt jedoch der Wärmegrad, welcher die Flagellaten, wenigstens in ihren beweglichen Zuständen dauernd vernichtet. Natürlich ist auch dieser je nach den Formen etwas schwankend, wie die hierüber etwas vollständigeren Angaben verschiedener Beobachter beweisen. So will Davaine (152) schon bei 40° C das Absterben der Monaden gewisser Infusionen beobachtet haben, doch halte ich es in Anbetracht der übrigen Erfahrungen wahrscheinlich, dass er diese Temperatur zu nieder setzt. Bei 45° tritt, wie erwähnt, der Tod der Cryptomonas ein, indem der Körper gewissermaassen explodirt (Strasburger 170), bei dieser Temperatur erfolgt denn auch nach Zunker (169) das Absterben der Flagellaten des menschlichen Darmkanals. Etwas höher liegt nach den Erfahrungen von Klebs diese Grenze für die Eugleninen, welche etwa zwischen 45 — 50° definitiv absterben. Haematococcus lacustris dagegen wird erst bei 55° getödtet, und noch höher liegt nach Dallinger (178) der Todespunkt für gewisse Flagellaten der Infusionen (Bodo, Polytoma, Cercomonas etc.), welche erst bei 60° C. vernichtet werden sollen.

Welche Temperaturen die Ruhe- und Dauerzustände, letztere speciell im ausgetrockneten Zustand aushalten können, ist bis jetzt nicht weiter erforscht; dagegen haben Dallinger und Drysdale und später der erstere allein eine Reihe von Experimenten über die Widerstandsfähigkeit der von ihnen bei einer Anzahl Infusionsbewohner beschriebenen Keime oder Sporen angestellt. Indem wir hier nicht nochmals die Frage nach der Sicherheit dieser Beobachtungen, speciell der Sporennatur der beschriebenen Körperchen discutiren, welche ja zunächst bejaht werden muss, wenn man den zu berichtenden Angaben Vertrauen schenken will, geben wir hier nur eine kurze Mittheilung der gefundenen Resultate. Zunächst wurde ein sehr wesentlicher Unterschied in der Widerstandsfähigkeit der in Flüssigkeit befindlichen und der getrockneten Sporen gefunden. Die ersteren gehen früher zu Grunde, ertragen jedoch z. Th. noch weit über 100° steigende Temperaturen; die getrockneten dagegen halten noch höhere Temperaturen aus. Die Widerstandsfähigkeit der Sporen steht im Allgemeinen mit ihrer Grösse im umgekehrten Verhältniss, die ansehnlichsten starben am frühesten ab. Die nachfolgende kleine Tabelle gibt

eine Uebersicht der erzielten Resultate und bedarf keiner besonderen Erläuterung.

	Temperaturgrenze		
	im beweglichen Zustand	als Sporen in Flüssigkeit	als trockne Sporen
Bodo ? saltans . . .	60—61° C.	122° C.	149° C.
Bodo ? caudatus . . .	60°	65,5°	82°
Oikomonas sp. . . .	60—61°	131°	149°
Cercomonas	60°	114°	126°
Polytoma Uvella . . .	60°	111°	121°
Tetramitus rostratus . .	58,8°	100°	121°
Dallingeria	.	105°	121°

2. Einfluss des Lichtes. Wie bekannt, bedürfen die gefärbten Flagellaten wie die grünen Pflanzen des Lichtes zur Assimilation und entwickeln auch wie letztere unter der Einwirkung des directen Sonnenlichtes Sauerstoff, was zahlreiche Beobachter hauptsächlich bei Euglenen und Chlamydomonadinen, die sich wegen ihres häufig sehr reichlichen Vorkommens zu solchen Beobachtungen besonders eignen, vielfach constatirten. Bis zu welchem Grade das Gedeihen und die Existenz der gefärbten Flagellaten an die Lichtwirkung geknüpft ist, lässt sich zur Zeit noch nicht wohl beantworten, da es an Versuchen über den Einfluss langdauernder Verdunkelung auf unsere Wesen sehr fehlt. Immerhin scheint z. B. aus gewissen Experimenten von Klebs an Euglena viridis hervorzugehen, dass dieselbe Wochen lang in völliger Dunkelheit beweglich bleibt und wohl auch sicher keine sichtliche Chlorophylleinbusse erleidet, weshalb die Vermuthung nicht abzuweisen ist, dass dieselbe sich auch, wenngleich nur nothdürftig, in saprophytischer Weise ernähren kann, wenn dauernde Lichtentziehung sie hierzu zwingt. Dagegen scheinen die beweglichen Zustände des Haematococcus lacustris nach Cohn und Strasburger viel stärker unter anhaltender Lichtentziehung zu leiden, sie werden blässer, blasslichtgrün nach Cohn, und auch der rothe Farbstoff, das Haematochrom, nimmt allmählich etwas ab; gleichzeitig magern sie mehr und mehr ab, um schliesslich zu sterben. Doch bleiben auch die Haematococcen in der Dunkelheit dauernd beweglich wie die Euglenen und gehen ebensowenig wie diese in den Ruhezustand über. Auch bei Stephanosphaera konnte Cohn beobachten, dass die in wenig durchsichtigen Gläsern gehaltenen Kolonien nur kleine Zellindividuen entwickelten, die in hellen Gläsern dagegen sehr ansehnliche mit zahlreichen verzweigten Plasmafortsätzen.

Noch in anderer Hinsicht hat jedoch das Licht auf die gefärbten Flagellaten einen sehr wesentlichen Einfluss, indem es nämlich, ähnlich wie bei den Zoosporen der Algen, ihre Bewegungen beeinflusst, es sind daher die farbigen Flagellaten im Allgemeinen phototactisch, nach der Bezeichnung Strasburger's (170). Ob diese Regel ganz ausnahmslos für

sämmtliche gilt, lässt sich, wegen der Mangelhaftigkeit der Untersuchungen, bis jetzt nicht angeben. Wenngleich eine solche Uebereinstimmung sehr wahrscheinlich ist, wäre eine Ausnahme doch nicht unmöglich, da sich auch gewisse gefärbte Algenzoosporen indifferent verhalten. Ungelöst scheint bis jetzt die Frage, ob es auch phototactische farblose Flagellaten gibt; jedenfalls können solche Formen nicht allzu häufig sein, da die Beobachtung sonst darauf schon aufmerksam gemacht haben müsste. Dagegen lässt sich die Möglichkeit solcher Formen nicht leugnen, da an farblosen Zoosporen gewisser Chytridieen die Lichtwirkung hervortritt und auch anderweitige farblose Plasmakörper (Pelomyxa und Plasmodien der Myxomyceten) deutlich auf Licht reagiren.

Der Einfluss des Lichtes auf die Bewegungsvorgänge spricht sich nun im Allgemeinen in der Weise aus, dass die Bewegung unter dem Einfluss des Lichtes parallel zu der Richtung des Lichteinfalls wird, indem die Axe der Formen im Allgemeinen die Tendenz hat, sich dem Lichteinfall parallel zu stellen und damit denn auch die Fortbewegung in entsprechender Richtung geschieht. Wenn wir nun die Erfahrungen Strasburger's*) über die nächstverwandten Erscheinungen bei den Zoosporen berücksichtigen, so lässt sich auf Grund derselben zunächst folgendes Speciellere über die Bewegungen der phototaktischen Flagellaten unter dem Einflusse des Lichtes angeben. Entweder erfolgt die Bewegung stets dem Lichteinfall zu ohne Rücksicht darauf, ob in dieser Richtung die Lichtintensität steigt oder fällt. Solche Formen nennt Strasburger „aphotometrische". Oder aber die Bewegung geschieht in der Richtung des Lichteinfalls, jedoch nach der Natur des Wesens oder dessen augenblicklicher Disposition (Lichtstimmung) entweder dem Lichte zu oder umgekehrt von diesem weg, in letzterem Fall flieht also die Form das Licht, ist lichtscheu oder photophob, die erstere dagegen photophil. Letzterwähnte Modification der Phototaxie bezeichnet Strasburger als die photometrische. Mit Stahl (Verh. d. phys. medic. Gesellsch. zu Würzburg N. F. Bd. 14) und Pfeffer (Pflanzenphysiologie p. 367) halte ich es jedoch für zweifelhaft, ob wirklich aphotometrische Formen im Sinne Strasburger's existiren. Einmal konnte Stahl nachweisen, dass sich gewisse von Strasburger für aphotometrisch gehaltene Zoosporen photometrisch verhalten und weiterhin scheinen mir wie Pfeffer die Strasburger'schen Experimente, welche beweisen sollen, dass gewisse aphotometrische Schwärmer dem Licht zuwandern, auch wenn dessen Intensität in der Richtung zur Lichtquelle abnimmt, nicht überzeugend.

Im Grunde genommen unterscheiden sich die beiden Arten photometrischer Flagellaten nicht principiell, sondern nur quantitativ von einander, d. h. beide bewegen sich einem Licht bestimmter Intensität zu, welches sie aufsuchen und für das sie abgestimmt sind, wie man sich

*) Eine ausführliche Zusammenstellung der hierauf bezüglichen Literatur siehe bei Strasburger (170).

ausdrücken kann. Während aber die photophilen ein Licht sehr hoher oder doch höherer Intensität aufsuchen und daher für gewöhnlich der Lichtquelle zueilen, sind die photophoben auf Licht niederer Intensität gestimmt, demnach fliehen sie das Licht mittlerer Intensität und sammeln sich an der der Lichtquelle abgewendeten Seite der Beobachtungsgefässe an. Wird jedoch die Intensität des zutretenden Lichtes allmählich verringert, so gelingt es wohl, die photophoben Formen zu photophilen zu machen, sobald nämlich die Intensität des zutretenden Lichtes unter die Grenze, auf welche die betreffenden Formen abgestimmt sind, sinkt, eilen sie der Lichtquelle zu; d. h. sie suchen die ihnen zusagende Lichtintensität auf. Aehnlich ist es ohne Zweifel mit den photophilen, es handelt sich hier nur darum die Intensität des zutretenden Lichtes über diejenige, welche den betreffenden Formen noch zusagt, zu steigern, damit sie photophob werden. Es scheint jedoch, dass zahlreiche dieser photophilen Formen auf so hohe Lichtintensitäten abgestimmt sind, dass sie schwierig zur Photophobie gebracht werden können, namentlich auch noch deshalb, weil bedeutende Steigerung der Intensität zuweilen ein Festheften mittels der Geisseln hervorruft (Haematococcus).

Diese Lichtstimmung ist nun nicht nur für verschiedene Arten eine recht verschiedene, so dass dieselben sich theils als photophil, theils als photophob erweisen, sondern sie kann auch bei einer und derselben Art wechseln, so dass diese in verschiedenen Lebensepochen oder abhängig von anderweitigen, vielfach noch unbekannten Ursachen bald photophil, bald photophob erscheint. Hierauf beruht denn auch die vielfach, speciell bei den gefärbten Flagellaten gemachte Erfahrung, dass sich unter dem Einfluss des Lichtes die Flagellaten eines Gefässes und zwar auch die derselben Art häufig sehr verschieden verhalten, d. h. dass die einen sich an dem dem Licht zugewendeten Rande des Gefässes, die anderen dagegen an dem entgegengesetzten ansammeln. Manche Erfahrungen sprechen dafür, dass die Photophilie, d. h. also eine Stimmung auf hohe Lichtintensität während der jugendlichen Zeit vorherrscht, dagegen im erwachsenen Zustand die Photophobie mehr zur Entwicklung gelangt. So hat Cohn schon 1850 für Haematococcus angegeben, dass die für gewöhnlich photophilen beweglichen Zustände bei der Fortpflanzung und wenn sie im Begriff sind sich zur Ruhe zu begeben, das Licht fliehen. Bei Volvox dagegen will Cienkowsky umgekehrt die Jugendformen das Licht fliehend gefunden haben. Wie gesagt, sind zahlreiche Einflüsse, welche einen solchen Stimmungswechsel erzeugen können, uns jedenfalls noch unbekannt. Strasburger's Vermuthung, dass in dieser Beziehung eine gewisse Anpassung an die mittlere Helligkeit der speciellen Wohnorte vorliege, hat jedenfalls vieles für sich. Andrerseits gelang es diesem Beobachter auch, experimentell einige Ursachen ausfindig zu machen, welche einen Einfluss auf die Lichtstimmung ausüben. Zunächst steigert höhere Temperatur im Allgemeinen die Photophilie und umgekehrt, andrerseits steigert aber auch Sauerstoffmangel die Photophilie speciell bei

Haematococcus, eine Erscheinung, welche, wie die Erfahrungen Cohn's (1850), der die beweglichen Zustände dieser Form bei Luftabschluss schon in zwei Stunden absterben sah, darauf hinweist, dass ihr Sauerstoffbedürfniss ein recht erhebliches ist. Dagegen scheint Engelmann (200) bei den Euglenen nichts Aehnliches gefunden zu haben, denn er berichtet, dass dieselben sich in ihrer Lichtreaction sehr unabhängig von der Sauerstoffspannung des Mediums zeigten. Doch folgt hieraus zwar an und für sich nichts für die Frage nach der Photophobie oder -philie, immerhin scheint Engelmann aber doch keine Veränderung in dieser Hinsicht gefunden zu haben.

Während wir sehen, dass die Bewegungsrichtung der phototactischen Flagellaten durch das Licht so wesentlich beeinflusst wird, ist dagegen ihre Bewegungsintensität ganz unabhängig von dem Licht, wie zuerst Nägeli und dann Strasburger zeigten.

Die Lichtwirkung geht, wie Versuche Cohn's (116), Strasburger's (170) und Engelmann's (200) zeigten, von den starkbrechenden Theilen des Spectrums aus, die blauen, indigofarbenen und violetten Strahlen sind nach Strasburger allein wirksam und das Maximum der Wirkung liegt im Indigo. Engelmann sah bei Untersuchungen im Mikrospectrum die Euglenen sich hauptsächlich in der Gegend der Linie F anhäufen.

Schliesslich haben wir hier noch einiges über den Sitz der Lichtempfindlichkeit unserer Wesen zuzufügen, insofern die einzig darüber vorliegenden Versuche Engelmann's uns Aufschluss gewähren. Derselbe fand bei Euglena, dass der Sitz der Lichtempfindlichkeit in der farblosen vordersten Körperspitze, dicht vor dem Stigma zu suchen ist, denn setzte man Euglenen partiell in Schatten, so trat die Wirkung auf die Bewegung immer dann ein, wenn der Schatten diese Stelle traf, nie jedoch wenn dieselbe unbeeinflusst blieb. Hieraus, wie aus anderen Erwägungen lässt sich der Schluss ziehen, dass die Chromatophoren direct nichts mit der Lichtwirkung zu thun haben und dass ebenso auch das Stigma selbst nicht lichtempfindlich ist.

3) Einfluss der Schwerkraft auf die Bewegungsrichtung gewisser Flagellaten. Aus in jüngster Zeit publicirten, interessanten Beobachtungen von F. S. Schwarz (Ber. d. deutschen bot. Gesellsch. II, p. 51) scheint hervorzugehen, dass die Bewegungen von Chlamydomonas und Euglena in der That durch den Einfluss der Schwerkraft in gewissem Grade bestimmt werden. Diese Untersuchungen zeigen zunächst, dass die dem Einfluss des Lichtes entzognen Flagellaten stets der Richtung der Schwere entgegen streben und sich deshalb an der Oberfläche des Substrates, in welchem sie sich befinden, ansammeln. Den Einwand, dass das Sauerstoffbedürfniss bei dieser Ansammlung mitwirke, konnte der Beobachter durch besondere Experimente ausschliessen. Auch das spec. Gewicht vermag diesen Bewegungsdrang nicht zu erklären, da die untersuchten Formen entschieden schwerer als Wasser sind. Wurden dieselben Flagellaten unter ähnlichen Bedingungen der Wirkung von Centri-

fugalkräften ausgesetzt, indem die Gläser in radialer Richtung an einer horizontalen Axe rotirt wurden, so zeigte sich, dass unter dem Einfluss einer mässigen Centrifugalkraft eine Bewegung der Flagellaten nach der Axe zu stattfand, also in ähnlichem Sinne wie unter der Wirkung der Schwere. Ueberstieg die von der Centrifugalkraft hervorgerufene Beschleunigung dagegen etwa 8—9 Mal die durch die Schwere bewirkte, so erfolgte Bewegung von der Rotationsaxe weg und die Flagellaten sammelten sich also an dem von der Axe entferntesten Theil des rotirten Gefässes an. Letzteren Vorgang glaubt Schwarz als eine einfache Wirkung der Centrifugalkraft betrachten zu müssen, doch ist diese Erklärung bis jetzt nicht als ganz gesichert zu erachten, da getödtete Flagellaten oder Lycopodiumsporen unter denselben Umständen keine entsprechende Ansammlung ergaben.

Dass aber die erstgeschilderten Ansammlungen der Flagellaten unter dem Einfluss der Schwere oder der Centrifugalkraft wirklich auf einem bestimmenden Einfluss dieser Kräfte auf ihre Bewegungen beruhen, dürfte mit Sicherheit daraus zu entnehmen sein, dass diese Ansammlungen unterbleiben, wenn die Flagellaten zuvor getödtet waren oder wenn die Versuche bei niederer Temperatur (5—6° C.) vorgenommen wurden.

4) Einfluss chemischer Reize auf die Bewegungsrichtung. In einer vor Kurzem erschienenen Arbeit von W. Pfeffer (Arbeiten aus dem Botanischen Institut zu Tübingen I, p. 363) wird der höchst interessante Nachweis geführt, dass, wie der Lichtreiz auf die Bewegungsrichtung der Zoosporen und Flagellaten einen bestimmenden Einfluss ausübt, auch chemische Reize auf die Spermatozoidien der Cryptogamen, die schwärmenden Schizomyceten und gewisse Flagellaten ähnlich wirken. Für Chlamydomonas gelang es nicht, einen Stoff ausfindig zu machen, welcher einen Einfluss in dem betonten Sinne ausübt. Anders verhielten sich dagegen gewisse farblose Flagellaten, unter denen Trepomonas deutlich von einer Fleischextractlösung angezogen wurde, während bei Chilomonas eine solche Wirkung nur sehr schwach hervortrat.

Eine solche Anziehung seitens chemischer Reize wird dadurch bewirkt, dass ähnlich wie durch den Einfluss des Lichtes die Körperaxe nach der Reizquelle gerichtet wird und daher die Bewegung in der Richtung auf dieselbe geschieht.

C. Wohnorts- und Ernährungsverhältnisse der Flagellaten.

Eine gemeinsame Erörterung der in der Ueberschrift dieses Abschnitts erwähnten Verhältnisse empfiehlt sich aus dem Grunde, weil beide sich gegenseitig mehr oder weniger bedingen. Wie schon mehrfach erwähnt wurde, ist der Modus der Ernährung im Wesentlichen ein dreifach verschiedener, d. h. entweder 1) ein echt thierischer durch Aufnahme geformter organischer Nahrung, oder 2) ein pflanzlicher durch Assimilationsvorgänge, entsprechend denjenigen der grünen Pflanzen, oder 3) ein saprophytischer, d. h. die Ernährung geschieht ähnlich der zahlreicher chlorophyllfreier

Pflanzen durch Aufsaugung gelöster organischer Substanzen, ist also in chemischer Hinsicht mehr thierisch, im Hinblick auf die Art der Nahrungsaufnahme mehr pflanzlich. Wir haben im systematischen Abschnitt diese drei Ernährungsformen als die animalische, die holophytische und die saprophytische bezeichnet. Natürlich werden dieselben einander nicht unvermittelt gegenüberstehen, sondern es ist wahrscheinlich, dass viele Formen mit animalischer Ernährung auch noch mehr oder weniger saprophytisch Nahrung zu sich nehmen, und das Gleiche gilt wohl häufig auch für holophytisch sich ernährende, da wir ja schon erfahren haben, dass dieselben nicht selten in nächstverwandten Formen oder sogar nur Varietäten zu rein saprophytischer Ernährungsweise übergehen.

Die holophytische Ernährung setzt natürlich die Existenz von Chromatophoren voraus und so finden wir denn auch, dass die gefärbten Flagellaten fast ausschliesslich reine Holophyten sind. Nur ein sicheres Beispiel der Verknüpfung pflanzlicher und thierischer Ernährung liegt meines Wissens vor, nämlich die von Stein constatirte Aufnahme geformter Nahrung (Diatomeen und Chlamydomonaden) bei der von uns zu den Euglenoidinen gezogenen Chromulina (Chrysomonas St.) flavicans. Auch für einige anderweite gefärbte Flagellaten wurde gelegentlich behauptet, dass sie geformte Nahrung aufnehmen, doch halte ich die bezüglichen Angaben für unsicher und in hohem Grade unwahrscheinlich. So wollte schon Perty (76) einmal in einer Euglena eine Pflanzenfaser beobachtet haben; in neuester Zeit trat Kent (182) mit der Angabe auf, dass sich Euglena viridis mit Karmin füttern lasse und der sogen. Mund der Euglenen thatsächlich zur Aufnahme fester Nahrungsstoffe diene, wogegen Stein demselben nur die Aufsaugung flüssiger Nahrung zuschrieb. Die vielen andern Beobachter, welche sich mit Euglenen beschäftigten, konnten nie etwas von der Aufnahme geformter Nahrung wahrnehmen, weshalb die vereinzelt stehenden Angaben Perty's und Kent's wenig Vertrauen verdienen.

Wie schon früher angedeutet wurde, scheint sogar die von Stein den sogen. Mundeinrichtungen der Eugleninen und Chloropeltinen zugeschriebne Aufnahme flüssiger Nahrung sehr zweifelhaft und dies gilt in gleicher Weise für zahlreiche Coelomonadinen, Menoidinen und Astasiinen. Wahrscheinlich hat sich bei diesen theils holo- theils saprophytisch lebenden Formen Mund und Schlund nur als Ausleitungsapparat des Systems der contractilen Vacuolen erhalten, dagegen jede Beziehung zur Nahrungsaufnahme verloren. Die von der holo- resp. saprophytischen Ernährungsweise bedingte Aufsaugung flüssiger Nahrung dürfte wie bei vielen anderen Flagellaten auch hier durch die gesammte Oberfläche geschehen.

Einige Zweifel herrschen auch noch bezüglich der Ernährungsweise der gefärbten Cryptomonas, bei welcher Künstler (190) in dem von ihm beschriebenen complicirten Darmapparat Nahrung (Bacterien) beob-

achtet haben will. Hinsichtlich dieser Form ist ein Zweifel leicht erklärlich, da dieselbe ähnlich wie die farblose Chilomonas mit einem ansehnlichen Mund und Schlund versehen ist. Ich halte jedoch die Nahrungsaufnahme der Cryptomonas für um so zweifelhafter, da die nächstverwandte Chilomonas Paramaecium sicher keine Nahrung aufnimmt, sondern echt saprophytisch lebt. Zwar gibt Kent (182) an, dass seine Chilomonas Amygdalum Vibrionen und kleine Monaden fresse, jedoch ist die Stellung dieser Form bei Chilomonas ziemlich zweifelhaft.

Wir erkennen hieraus, dass nur der einzige Fall der Chromulina flavicans die Vereinigung der animalischen und holophytischen Ernährungsweise sicher darbietet.

Die rein saprophytische Ernährungsweise erfordert besondre Lebensbedingungen, d. h. eine an aufgelösten organischen Substanzen reiche Wohnstätte, wie sie am besten von Infusionen dargeboten wird. Dies schliesst nicht aus, dass derartige Formen auch in natürlichen Gewässern, die nicht gerade die Bezeichnung Infusionen verdienen, gelegentlich getroffen werden, denn auch hier werden sie in der Nähe faulender und zerfallender Organismen die Bedingungen ihrer Ernährung finden. Doch treten solche Formen erst dann in grösserer Menge auf, wenn durch natürliche oder künstlich erzeugte Vorgänge die Wohnstätte mehr den Charakter einer wirklichen Infusion annimmt. Rein saprophytische Formen nun scheinen häufig aus solchen mit holophytischer Ernährungsweise hervorgegangen zu sein, worauf ihre nahen verwandtschaftlichen Beziehungen zu denselben hinweisen. Dies zeigen Polytoma und Chilomonas in ihren Beziehungen zu Chlamydomonas und Cryptomonas und die farblosen Varietäten gefärbter Formen aus der Gruppe der Euglenoidinen, auf die wir schon früher hinwiesen. Auch unter den Menoidinen und Astasiinen finden sich wahrscheinlich zahlreich solche Saprophyten. Dieselbe Art der Ernährung mag sich denn auch nicht selten bei parasitischen Flagellaten finden, denn für nicht wenige derselben blieb die Aufnahme fester Nahrung zweifelhaft oder ist unwahrscheinlich (doch sind die Untersuchungen hier noch wenig ausreichend).

Zu den echt animalischen Formen gehören natürlich nur farblose Flagellaten und zwar wohl sicher die grosse Mehrzahl der Monadinen, dagegen relativ wenige Isomastigoden, darunter sicher die Amphi- und Spongomonadinen und weiter die Trepomonadina und die Tetramitina z. Th. oder gänzlich. Unter den irregulären Formen ist nur die marine Oxyrrhis hieherzurechnen.

Unter den Euglenoidinen sind sicher animalisch die Peranemina, Petalomonadina und ein Theil der Astasiina; für zahlreiche farblose Euglenoidinen ist jedoch die Ernährungsweise noch zweifelhaft. Bei den Heteromastigoda ist die animalische Lebensweise wenigstens für Bodo und die Anisonemina sicher erwiesen. Von den hier aufgezählten animalischen Formen sind die kleineren gewöhnlich sehr ausgesprochene

Infusionsbewohner, wiewohl auch die grösseren in Infusionen gedeihen. Die ersteren Formen ernähren sich dann auch vorzugsweise von den in den Infusionen nie fehlenden Schizomyceten. Micrococcen, Bacterien, Vibrionen etc. bilden, soweit erwiesen, ihre Hauptnahrung, wozu sich jedoch auch noch mancherlei organische Körper gesellen, wenn sie nur die Kleinheit besitzen, um von den minimalen Wesen bewältigt zu werden.

So frisst ein Bodo (angustatus) hauptsächlich gern Stärkemehl; auch parasitische Formen nehmen dies zuweilen auf (Hexamitus inflatus). Manche Formen fressen den Inhalt von Algenzellen (Spirogyra, Oedogonium, Diatomeen) aus, so Bodo globosus St., die sog. Pseudospora parasitica und Nitellarum Cienkowsky's; die Pseudospora Volvocis dagegen Volvoxzellen. Grössere Formen vermögen auch grössere Nahrungskörper zu bewältigen, so hauptsächlich kleinere Flagellaten anderer oder sogar zuweilen derselben Art, Confervenbruchstücke, Diatomeen, Schwärmsporen von Algen und wohl überhaupt die verschiedenartigsten kleinen Bewohner der Gewässer.

Wir reihen hier gleich noch einige Bemerkungen über die Verbreitung der Flagellaten an den verschiedenen Wohnorten an. Die Hauptmenge der früher aufgezählten 190—200 Arten findet sich mit etwa 155—165 im süssen Wasser der verschiedensten Form, etwa 16 Arten sind seither marin gefunden worden und ca. 20—21 als Parasiten in den mannigfaltigsten Wirthen aus dem Thierreich. Ausschliesslich marin beobachtet wurden bis jetzt nur 4 Gattungen*), sowohl in süssem Wasser wie im Meer dagegen 8—9. Jedenfalls geht aus dieser Zusammenstellung hervor, dass die marine Fauna bis jetzt überhaupt nur wenig Beachtung gefunden hat. Verschiedenartige Mittheilungen der neueren Zeit deuten darauf hin, dass auch die parasitischen Flagellaten an Zahl wie Verbreitung bedeutend reicher sind, als seither vermuthet wurde. Rein parasitisch leben 7 Gattungen, doch sind darunter noch einige ziemlich unsicher; freilebend und parasitisch gefunden wurden dagegen 2—3 Gattungen. Zweifelhaft erscheint bis jetzt noch, ob ein und dieselbe Art gelegentlich parasitisch und freilebend existiren kann, was bei unseren Wesen nicht ganz unwahrscheinlich ist. Die Verbreitung der Parasiten erstreckt sich über die Wirbelthiere, wo sie in sämmtlichen Unterabtheilungen getroffen wurden, die Arthropoden (namentlich Insecten, weiter Myriopoden), einige Mollusken und einen Nematoden, doch hängt dies wohl wesentlich damit zusammen, dass sich die Aufmerksamkeit bis jetzt vorzugsweise auf diese Wirthe gerichtet hat. Den Hauptsitz parasitischer Flagellaten bildet der Darmkanal in seinen verschiedenen Abschnitten, doch treten dieselben gelegentlich auch noch anderweitig auf, so im Blut (Trypanosoma und Herpetomonas), in dem Schleim der menschlichen Scheide (Trichomonas), den Receptacula seminis

*) Hierzu kämen jedoch noch die drei auf p. 815 erwähnten von Cienkowsky beschriebenen Gattungen, über die ich nicht urtheilen kann.

gewisser Helicinen (Leidy, 56a, T. V.), sowie in den Harnwegen, da im Urin des Menschen gelegentlich Flagellaten beobachtet wurden (Hassal, the Lancet 1859 und Künstler*) 1883). Auch in der Mundhöhle wurden gelegentlich flagellatenartige Organismen beobachtet. Aus einer Untersuchung Kannenberg's**) geht weiter hervor, dass kleine Flagellaten zuweilen im menschlichen Sputum bei Lungengangrän zu finden sind und die Beobachtungen machen es sehr wahrscheinlich, dass die monadenartigen Wesen schon in dem fauligen Secret der Lunge selbst leben. Auch in abgeschlossenen Räumen fanden sich gelegentlich Flagellaten, so gehört hieher der von Lambl mitgetheilte Fall massenhafter Flagellaten (wahrscheinlich Cercomonas) in der äusseren Cystenflüssigkeit um einen Echinococcus der Leber eines Menschen. Da jedoch diese Cyste sehr wahrscheinlich aus einem Gallengang entstanden war, so erklärt sich das Eindringen von Flagellaten an diesen Ort unschwer.

Eine und dieselbe Gattung der Parasiten bewohnt häufig recht verschiedene Orte nnd sehr verschiedenartige Wirthe; als Beispiel möge Trypanosoma dienen, welche nicht nur im Blut zahlreicher Wirbelthiere, sondern auch im Darm gewisser Vögel und Mollusken (Ostrea) gefunden wird.

Einige, vielleicht zahlreiche gefärbte Formen des süssen Wassers besitzen die Fähigkeit, auch auf feuchter Unterlage und in feuchter Atmosphäre zu vegetiren; natürlich gehen sie hierbei in den Ruhezustand über. So gelingt nach Klebs (206) die Kultur zahlreicher Euglenen und Chlamydomonadinen auf feuchtem Torf sehr gut und schon A. Braun (70) berichtete Aehnliches für Haematococcus lacustris. Letzterwähnte Form verdient unser besonderes Interesse, da sie oder doch eine ganz nahe Verwandte auch im Schnee der Hochgebirge und der Polargegenden gedeiht und hier die Erscheinung des rothen Schnees hervorruft. Es sind natürlich wie in jenen Kulturen in feuchter Atmosphäre die vegetirenden Ruhezustände, welche sich vorzugsweise im Schnee finden, wogegen die beweglichen Formen nur dann auftreten, wenn eine Wasseransammlung ihre Ausbildung möglich macht. Neuere Erfahrungen von Rostafinski (187) ergaben, dass der eigentliche Haematococcus lacustris (s. nivalis) in der Tatra hauptsächlich auf den Eisgraupen entstehender Gletscher lebt, und dass sich gleichzeitig noch eine wahrscheinlich zu Chlamydomonas (flavovirens)

*) Communication à la société d'Anatomie et de Physiologie de Bordeaux 27. Nov. 1883.

**) Kannenberg (Arch. f. pathol. Anatomie, 75, 1879) beobachtete zwei verschiedene Formen, deren Natur auf Grund der Befunde bis jetzt nicht sicher zu stellen ist. Die eine erscheint etwa wie eine kleine Oikomonas, die zweite hat merkwürdiger Weise eine gewisse Aehnlichkeit mit Chilomonas. Natürlich lässt sich, wie bei noch manchen anderen der ungenau bekannten parasitischen Flagellaten zur Zeit nicht einmal bestimmt sagen, ob dieselben nicht gar in den Entwicklungskreis verwandter Gruppen gehören.

gehörige Form auf dem Schnee der Tatra findet, welche demselben bei reichlicher Entwickelung eine grünlichgelbe Farbe verleiht*).

Wir schliessen an diese Bemerkungen über den rothen Schnee gleich einige Worte über die von Flagellaten häufig hervorgerufenen Färbungen der Gewässer an. Grüne Färbungen können natürlich durch reichliche Entwicklung sehr verschiedenartiger Formen hervorgerufen werden, besonders häufig sind es jedoch Euglena viridis und Chlamydomonasformen, welche dies bewirken; gelbliche bis bräunliche Färbungen verdanken gleichfalls häufig Flagellaten ihre Entstehung und namentlich die rothe oder blutartige Färbung hat die Aufmerksamkeit besonders erweckt. Dieselbe beruht in grösseren Wasseransammlungen (Teichen etc.) gewöhnlich auf massenhafter Entwicklung der Euglena sanguinea, in kleineren Pfützen, Lachen etc. dagegen meist auf der Entwicklung des Haematococcus lacustris.

Da nun letztere Form oder eine sehr ähnliche auch im Salzwasser, und zwar recht concentrirter Soole, wie sie sich bei der Salzgewinnung an den Küsten des Mittelmeers in den Bassins bildet, oft in grosser Menge vorkommt, so nimmt auch diese Soole manchmal eine rothe Farbe an, ja diese theilt sich durch Einschluss zahlreicher Haematococcen zuweilen dem gewonnenen Salz mit (Dunal, Joly, 33—34). Diese Erfahrungen machen es dann auch nicht unwahrscheinlich, dass gelegentlich beobachtete Rothfärbungen des Meeres auf der massenhaften Entwicklung eines Haematococcus beruhen. So wurde im Jahre 1845 eine solche Färbung des Seewassers an der portugiesischen Küste weit verbreitet beobachtet und Montagne entdeckte als Ursache derselben einen dem Haematococcus nivalis sehr ähnlichen Organismus, welchen er Protococcus atlanticus nannte (s. bei Dareste Ann. sc. nat. 4. Zool. T. 3, 1855).

D. Absonderung riechender Stoffe.

Eigenthümlicher Weise besitzen gewisse gefärbte Flagellaten einen specifischen Geruch, der deutlich hervortritt, wenn sie ein Wasser in grossen Mengen erfüllen. Schon Ehrenberg machte darauf aufmerksam, dass Chlamydomonas pulvisculus und Chlorogonium einen spermatischen Geruch besitzen und spätere Beobachter bestätigten dies. Die einst von Cohn (1850) ausgesprochene Vermuthung, dass diese Erscheinung von Ozon herrühre, konnten, wie derselbe Beobachter später mittheilte (1856), genauere Untersuchungen von Löwig nicht bestätigen. Die mit den erwähnten nahe verwandte Haematococcus-Form, welche, wie früher gezeigt wurde, die Salzbassins der Mittelmeerküste häufig röthet, gibt dem Salzwasser gleichfalls einen besonderen Geruch, welcher jedoch

*) Dieser Chlamydomonas flavovirens, oder doch eine sehr nahe verwandte Form, wurde neuerdings während der Nordenskjöld'schen Expedition auch im Schnee Grönlands beobachtet (s. Om Snöns och Isens Flora etc. von V. B. Wittrock). Nach Referat im Bot. Centralblatt 14. 1883.

nach Dunal und Joly deutlich veilchenartig ist und sich auch dem aus solchen Bassins gewonnenen Salze mittheilt. Ich selbst fand in jüngster Zeit, dass ein von zahllosen Euglena sanguinea tief roth gefärbtes Wasser einen recht ausgesprochenen Fischgeruch besass. Da die Euglenen schon abgestorben waren, ist es nicht unmöglich, dass dieser Geruch erst bei ihrer allmählichen Zersetzung entstand, jedoch war er durchaus nicht faulig.

E. Geographische Verbreitung.

Eine geographische Lokalisation dürfte den Süsswasserflagellaten ebensowenig zukommen, wie den früher besprochenen Süsswasserprotozoën. Obgleich sich unser Urtheil rücksichtlich dieser Ordnung nur auf wenige thatsächliche Erfahrungen stützen kann, so scheinen diese doch genügend, um dasselbe zu begründen, wenn wir die Resultate auf den verwandten Gebieten berücksichtigen.

Von den ca. 110 Gattungen wurden bis jetzt 29 auch ausserhalb Europas beobachtet und zwar, soweit sich feststellen lässt, fast durchgängig in mit den europäischen identischen Arten. Zum Beleg der weiten und daher wohl allgemeinen Verbreitung zahlreicher Gattungen

	Europa	Nord-Afrika (Aegypten)	Nord-Amerika	Süd-Asien (Bombay)
Mastigamoeba	*			*
Oikomonas	*		*	
Codonoeca	*		*	
Bicosoeca	*		*	
Anthophysa	*			
Dinobryon	*			
Rhipidodendron	*			
Synura	*	*		
Chlamydomonas	*	*		*
Chlorogonium	*	*	*	
Haematococcus	*			*
Carteria	*			*
Spondylomorum	*			*
Phacotus	*	*		*
Gonium	*	*	*	
Eudorina	*			*
Volvox	*		*	
Pandorina	*	*		*
Collodictyon	*			*
Cryptomonas	*	*		
Euglena	*	*	*	
Trachelomonas	*	*		
Lepocinclis	*			*
Phacus	*		*	
Peranema	*	*	*	*
Astasia	*		*	
Bodo	*	*		
Anisonema	*		*	

diene die vorstehende tabellarische Uebersicht, deren Unvollständigkeit allein auf der Mangelhaftigkeit der Untersuchungen beruht und durchaus nicht etwa den Schluss gestattet, dass andere Gattungen nicht eine ähnlich weite Verbreitung besässen.*)

Auch die vertikale Verbreitung der Süsswasserflagellaten dürfte keine bestimmten Differenzen zeigen, doch liegen hier die Erfahrungen noch spärlicher vor, wie rücksichtlich der horizontalen Ausbreitung. Dass gewisse Formen sehr hoch in den Gebirgen emporsteigen, ist bekannt, so geht nach Perty die Euglena viridis in den Alpen bis zu 9000′ hoch, und wir wissen ja, dass selbst die Schneeregion manchen Formen keine Grenze setzt, und dass es sehr fraglich ist, ob der gewöhnliche Haematococcus lacustris der Ebene von dem jener hohen Regionen verschieden ist.

F. Parasiten der Flagellaten.

Es ist keineswegs selten, dass die Flagellaten trotz ihrer Kleinheit gewissen Parasiten zum Opfer fallen und die hierdurch bewirkten Verhältnisse gaben sogar, wie es bei den Protozoën so häufig geschah, zur Aufstellung irriger Anschauungen über ihre Fortpflanzung Veranlassung. Natürlich werden es gewöhnlich selbst wieder kleinste, mikroskopische Schmarotzer sein, welche sich den Flagellaten aufdrängen, nur in gewissen koloniebildenden Formen können auch etwas grössere thierische Schmarotzer ihre Wohnstätte suchen. So ist seit Ehrenberg bekannt, dass in die Volvoxkugeln gelegentlich zwei Räderthierarten der Gattung Notommata eindringen und sich von dem Volvox ernähren, sowie ihre Eier in demselben ablegen.

Wir haben schon früher erfahren, dass die sogen. Pseudospora Volvocis gewissermassen als Parasit in Volvox eindringt und sich von ihm nährt; das Gleiche thut nach Stein (167) auch die früher beschriebene Vampyrella, welche ebenfalls grosse Verwüstungen in den Volvoxkugeln hervorrufen kann und auch in denselben zur Fortpflanzung schreitet.

Am häufigsten suchen jedoch die sog. Chytridieen unsere Flagellaten heim und diese sind es auch, welche durch ihren Parisitismus die erwähnten Irrthümer über die Fortpflanzung der Flagellaten erzeugten. Dieselben heften sich theils als äussere Schmarotzer an die freischwimmenden oder ruhenden Flagellaten fest, beziehen jedoch entschieden ihre Nahrung aus denselben, theils dringen sie mit besonderen Auswüchsen ihres Körpers in den Flagellatenleib selbst ein, oder treten endlich auch als völlig endoparasitische Schmarotzer auf, welche dem Plasma der Flagellatenzelle eingelagert sind.

Während nun die zu den beiden ersterwähnten Kategorien gehörigen Schmarotzer in jeder Hinsicht echte Chytridieen darstellen, sind die Endoparasiten rücksichtlich ihrer systematischen Stellung noch ein wenig

*) In dieser Uebersicht sind die parasitischen Gattungen nicht berücksichtigt.

unsicher, obgleich kein Zweifel bestehen kann, dass sie thatsächlich eingedrungene Schmarotzer sind. Immerhin deutet das, was wir von ihrer Lebensgeschichte bis jetzt wissen, mit ziemlicher Bestimmtheit darauf hin, dass sie ihre nächsten Verwandten unter den einfacheren Chytridien finden. Wie aber im systematischen Abschnitt zu zeigen versucht wurde, schliessen sich die Chytridien ziemlich nahe an die einfacheren Flagellaten an und daher ist es wohl erklärlich, dass uns unter jenen Flagellatenparasiten auch Wesen begegnen können, bei welchen die Charactere der eigentlichen Chytridieen noch nicht scharf ausgeprägt sind, die vielmehr in mancher Hinsicht an die niederen Flagellaten und Sarkodinen erinnern.

Werfen wir zunächst einen Blick auf die eigentlichen ectoparasitischen Chytridien der Flagellaten. Der Begründer der Gattung Chytridium und der Chytridiengruppe überhaupt, A. Braun*), beobachtete auch schon, dass einige Arten derselben Flagellaten angreifen, sich häufig auf Chlamydomonas und Haematococcus festsetzen und dieselben schliesslich zu Grunde richten. Man bemerkt dann auf dem Körper dieser Flagellaten ein bis mehrere helle bläschenförmige Gebilde von spindelförmiger bis kugliger oder auch bauchig flaschenförmiger Gestalt. Schon früher hatte Vogt (48) bei seiner Untersuchung des Haematococcus des rothen Schnees diese Parasiten beobachtet, jedoch unrichtiger Weise auf eine Fortpflanzung durch Sprossung bezogen. Auch Perty (76) beobachtete sie wahrscheinlich auf einer Carteria und deutete sie ebenso.

Gestützt auf Untersuchungen von v. Siebold und Meissner wies A. Braun ferner schon 1855 nach, dass auch die Ruhezustände der Euglenen häufig einem hiehergehörigen Schmarotzer zum Opfer fallen und zeigte gleichzeitig, dass es diese Parasiten waren, welche s. Z. Gros**) zu so merkwürdigen und irrthümlichen Ansichten über die Umwandlung der Euglenen in Monaden etc. verleiteten. Auch Th. Bail***) untersuchte um die gleiche Zeit dieses Chytridium und 2 Jahre später verfolgte es A. Schenk.†) Die genaueste Darstellung seiner Lebensgeschichte etc. gab jedoch 1877 L. Nowakowski.††) Der Parasit, welchen Nowakowski als Polyphagus Euglenae bezeichnet, gehört zu der zweiten Kategorie unserer Schmarotzer, d. h. zu denen, welche nicht eigentlich endoparasitisch in die Euglenen eindringen, jedoch wurzelartig verästelte und meist sehr fein auslaufende Fortsätze, sogen. Haustorien, treiben, welche in die ruhenden Euglenen eindringen, ja dieselben sogar zuweilen durchwachsen und aussaugen. In dieser Weise überfällt ein solcher Polyphagus mit seinen zahlreichen verzweigten Haustorien häufig gleichzeitig eine ganze Menge encystirter Euglenen und tödtet sie.

*) Abhandlungen der Berliner Akademie aus d. J. 1855, p. 21.

**) Bullet. soc. imp. de naturalistes de Moscou. 1851.

***) Botanische Zeitung 1855.

†) Verhandl. d. physikal.-medicin. Gesellsch. zu Würzburg, Bd. VIII. 1857.

††) Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. II.

Schliesslich schreitet der Schmarotzer zur Vermehrung, indem sich sein gesammtes Plasma im Centralkörper zusammenzieht und endlich an einer Stelle desselben in Form eines Schlauches hervorwächst (sog. Zoosporangium). Der Plasmainhalt des Schlauches zerfällt dann simultan in eine grosse Menge kleiner Zoosporen, von welchen jede eine hintere Geissel erhält und einen ansehnlichen gelblichen Oeltropfen einschliesst. Die Zoosporen treten endlich aus der Spitze des schlauchförmigen Zoosporangiums aus. Nach kurzer Schwärmzeit setzen sie sich nieder, verlieren die Geissel und treiben Haustorien, welche in neue Euglenen eindringen. Weiterhin gelang es Nowakowski zu zeigen, dass Polyphagus-Individuen etwas verschiedener Bauweise gelegentlich copuliren, indem ihr Plasma zusammenfliesst und sich zu einer doppelbeschalten Dauerzygote umgestaltet. Nach einer längeren Ruhe geht auch diese Dauerzygote zur Vermehrung über, indem sie in schon geschilderter Weise ein schlauchförmiges Zoosporangium treibt, dessen Plasma in Zoosporen zerfällt.

Dies sind die wesentlichen Grundzüge der Lebensgeschichte des interessanten Schmarotzers, dem sich jedoch nach den Erfahrungen Strasburger's (170) ein ähnlicher zugesellt (Chytridium vorax Strasb.), welcher in ganz entsprechender Weise die Dauerzustände von Haematococcus und Cryptomonas überfällt und sich wesentlich nur dadurch von Polyphagus unterscheidet, dass er bei der Vermehrung kein besonderes Zoosporangium treibt, sondern das kuglig zusammengezogene Plasma einfach in Zoosporen zerfällt.

Die dritte Kategorie hiehergehöriger Schmarotzer lebt, wie bemerkt, endoparasitisch in sehr verschiedenen Flagellaten und gab Stein, der sie bis jetzt fast ausschliesslich beobachtete, Veranlassung zur Aufstellung einer jedenfalls ganz irrthümlichen Ansicht über die geschlechtliche Fortpflanzung der Flagellaten. Im Innern gewisser Formen nämlich (Anthophysa, Chlamydomonas, Phacotus, Cryptomonas, Euglena, Phacus, Trachelomonas, Atractonema, Tropidoscyphus, Anisonema und Entosiphon) fand Stein häufig ein oder mehrere kuglige bis ovale, mehr oder weniger ansehnliche Plasmakörper. Es ist wahrscheinlich, wiewohl aus den Figuren nicht ganz sicher zu entnehmen, dass diese Körper, die sog. Keimkugeln Stein's, eine zarte Membran besitzen. Gewöhnlich enthalten sie ein centrales bläschenförmiges Gebilde, wahrscheinlich eine Vacuole, in welcher sich häufig ein bis mehrere dunkle Körperchen vorfinden*). Das Plasma dieser sog. Keimkugeln nun zerfällt schliesslich, wenn dieselben bis zu einer gewissen Grösse herangewachsen sind, in eine Anzahl kleiner Schwärmer oder Zoosporen, die sich, soweit bekannt, dadurch befreien, dass der Flagellatenkörper unter dem Druck der Keimkugeln aufplatzt. Die Bildung der Schwärmer scheint bei den Parasiten der ver-

*) Eine solche Vacuole findet sich auch in echten Chytridien zuweilen. Ich halte sie für ein Excretionsproduct.

schiedenen genannten Flagellaten etwas verschieden zu verlaufen. Stets scheint das Keimkugelplasma vollständig in Schwärmer zu zerfallen, dagegen bleibt das Centralbläschen dabei deutlich intact erhalten, es nimmt an der Schwärmerbildung gar keinen Antheil. Der Zerfall des Plasmas geschieht sicherlich simultan und zwar entweder, indem der Körper des Parasiten in zahlreiche radiär zu dem Centralbläschen geordnete Stücke, oder indem er zuerst in einige grössere polygonale Portionen zerfällt, welche sich hierauf erst in eine grössere Zahl kleinster Zellen theilen. Die letzterwähnte Art der Sprösslingsbildung erinnert an die entsprechenden Vorgänge bei Synchytrium, wie sie de Bary schilderte.

Der Bau der reifen, künstlich oder natürlich entleerten Zoosporen ist etwas verschieden; bei den Parasiten des Chlamydomonas haben sie eine etwa ovale Gestalt und zwei Geisseln; die des Parasiten der Euglena viridis dagegen besitzen etwa die Gestalt einer sehr kleinen Cercomonade, das eine Ende des ziemlich lang spindelförmigen Körpers trägt eine Geissel, das andere Ende ist in einen ziemlich ansehnlichen Schwanzfortsatz verlängert. Wie schon bemerkt, deutet Stein diese Zoosporen als Embryonen, welche in einer besonderen geschlechtlichen Generation der Flagellaten entstünden. Der Erzeugung der Embryonen soll stets eine Copulation zweier Individuen der geschlechtlichen Generation vorausgehen. Die sog. Keimsäcke sollen aus den bei der Copulation verschmelzenden Nucleï durch Auswachsen, resp. unter Umständen nach einem vorherigen Zerfall der verschmolzenen Nucleï zu mehreren Keimsackanlagen, entstehen. Wie wir schon früher darzulegen Gelegenheit hatten, sind jedoch die von Stein bei Chlamydomonas und Euglena beschriebenen und mit der Embryonenbildung in Zusammenhang gebrachten Copulationszustände keine solchen, sondern bei Chlamydomonas Zwillingsbildungen, bei Euglena dagegen Längstheilungsstadien. Für letztere Gattung wies dies Klebs speciell nach, welcher auch feststellte, dass die Keimsäcke nicht aus dem Kern hervorgehen können, da derselbe auch bei den mit Keimsäcken inficirten Euglenen noch deutlich vorhanden ist. Klebs konnte weiter feststellen, dass die mit den Parasiten behafteten Euglenen in ihrem Wohlbefinden wesentlich beeinflusst sind. Ihre Chlorophyllkörner gehen allmählich zu Grunde, so dass sie schliesslich ganz farblos werden; Stein hat solche farblos gewordenen Individuen der Euglena acus sogar als besondere Geschlechtsgeneration betrachtet. Auch die Paramylonkörper verschwinden allmählich und ölartige rothe Tröpfchen treten auf, doch bleibt die Euglene beweglich bis sie schliesslich zerplatzt und die Schwärmer des Parasiten frei werden. Auf diese Erfahrungen gestützt, erwies denn Klebs für die Euglenen die Irrigkeit der Stein'schen Embryonenlehre; auch Askenasy*) hatte bei Gelegenheit einer Besprechung des Stein'schen Buches schon die wohlbegründete Vermuthung ausge-

*) Bot. Jahresbericht 1878. p. 478.

sprochen, dass die von Stein vorgetragene Lehre der geschlechtlichen Fortpflanzung der Flagellaten auf parasitischen Erscheinungen beruhe. Der erste Beobachter solcher Keimsäcke oder parasitischer Chytridieen in Euglena scheint Carter (99) gewesen zu sein, auch wollte derselbe schon wie Stein den Keimsack aus dem Nucleus hervorgehen lassen. Sehr wahrscheinlich ist ferner, dass auch die von Weisse (87) in encystirten Euglenen beobachtete Bildung zahlreicher monadenförmiger Keime von ähnlichen Parasiten hervorgerufen wurde. Diese Deutung ist um so wahrscheinlicher, als Stein die Weisse'sche Beobachtung auf die von ihm geschilderte Embryonenbildung bezieht. Kent acceptirt die Stein'sche Lehre ohne weitere Bemerkung und will seinerseits gelegentlich in beweglichen Euglena viridis einen Zerfall des Plasmas zu einer grösseren Anzahl Keime beobachtet haben, einen Vorgang, welchen er mit der Theilung von Polytoma vergleicht. Die frei gewordenen Keime sollen spindelförmig, sowie mit einem Augenfleck und einer Geissel versehen gewesen sein. Es kann wohl ohne Bedenken angenommen werden, dass auch diese vermeintlichen Keime parasitische Wesen waren.

Aus der im Vorstehenden versuchten Schilderung unserer augenblicklichen Erfahrungen über jene einzelligen endogenen Schmarotzer der Flagellaten ergibt sich, dass dieselben gewiss den Chytridieen am nächsten verwandt sind, wiewohl es vielleicht noch nicht erlaubt ist, sie diesen direct einzureihen.

II. Unterabtheilung (Ordnung) **Choanoflagellata** S. Kent.

(= Craspedomonadina Stein = Cylicomastiges Bütschli.)

1. Uebersicht der historischen Entwicklung unserer Kenntnisse der Choanoflagellata.

Die erste sichere Nachricht über ein zu unserer Abtheilung gehöriges Wesen verdanken wir Ehrenberg, welcher im Jahre 1838 (32), die koloniebildende Codosiga Botrytis auffand, jedoch ihre wahre Natur verkannte und sie zu der Vorticellinen-Gattung Epistylis verwies.

Zwar waren sicher schon vor Ehrenberg hiehergehörige Formen gelegentlich beobachtet worden. So dürften wohl die sog. Squamulae pellucidae, welche O. F. Müller (12) auf den Stielen verschiedener Vorticellinen und Bacillariaceen fand, hiehergehören. Müller scheint in diesen Squamulae eine Art Knospen der besagten Vorticellinen erblickt zu haben und beruft sich bei dieser Deutung auch auf eine Beobachtung von Trembley*) über die Fortpflanzung gewisser Vorticellen durch sich ablösende Brutknospen, doch beziehen sich die Beobachtungen des Letzteren keineswegs auf den Squamulae pellucidae Müller's entsprechende Gebilde**). Auch die von Bory de Vincent***) 1824 kurz beschriebene Form Anthophysis solitaria wurde mehrfach auf die schon erwähnte Codosiga Botrytis zurückzuführen versucht, doch ohne genügende Sicherheit.

Aehnlich wie Ehrenberg beurtheilte noch Stein in den Jahren 1849†) und 1854 (92) gewisse von ihm studirte und abgebildete Choanoflagellaten, die wie Kent (191) hervorhob, wohl z. Th. ebenfalls dem Geschlecht Codosiga angehören. Stein deutete sie als wahrscheinliche Jugendformen gewisser Vorticellinen (Epistylis und Zoothamnium). Auch die Epistylis Botrytis Ehrenberg's rechnete er 1849 als Jugendform zu Epistylis. Dagegen hatte Alex. Braun 1855††) zuerst eine beschalte

*) Philosophical Transact. roy. soc. London, T. 44, P. II. 1747, p. 644 ff.

**) Irrthümlich ist, soweit ich finden kann, die Angabe O. F. Müller's, dass schon Leeuwenhoek eine solche Knospenfortpflanzung der Vorticellen beschrieben habe; die betreffende Bemerkung L.'s in dem 96. Brief der Arcana naturae bezieht sich nicht hierauf, sondern beschreibt die Lösung der Vorticellenindividuen einer Kolonie von ihren Stielen.

***) Encyclop. méth. Hist. nat. des Zoophytes 1824, p. 67.

†) Archiv für Naturgeschichte 1849, Bd. I. p. 126—127, T. II ff. 36 und 37.

††) Ueber die Gattung Chytridium Abhandlungen der Berliner Akademie a. d. J. 1855.

Choanoflagellate der Gattung Salpingoeca beobachtet, jedoch als ein Chytridium gedeutet, mit welcher Gattung er sich damals gerade beschäftigte.

Viel besser schilderte Fresenius im Jahre 1858 (111) die Codosiga Botrytis, welche er als Anthophysa solitaria (Bory) bezeichnete. Er erkannte zuerst die einfache Geissel der Thiere deutlich und bezeichnete den Kragen als einen „zarten, abgestutzten Anhang".

Erst im Jahre 1867 erhielten wir neue Nachrichten über diese Wesen, jetzt aber gleich so vorzügliche und umfassende, dass deren Verfasser, James-Clark, ohne Zweifel als der eigentliche Entdecker und Begründer der Abtheilung bezeichnet werden muss. James-Clark (133) studirte vier Choanoflagellaten so eingehend, dass er nicht nur sämmtliche Organisationsbestandtheile richtig feststellte, sondern auch die Fortpflanzung durch Theilung bei einer derselben auf das Genaueste verfolgte. Namentlich die Morphologie des für die Gruppe characteristischen Kragens erörterte er gründlich und richtig.

Damit ist jedoch die hervorragende Bedeutung der Clark'schen Arbeit nicht erschöpft, denn einer der bedeutsamsten Puncte, welche darin zum ersten Mal festgestellt wurden, ist der Nachweis, dass sich bei den Spongien Zellen finden, welche mit den Choanoflagellaten nahe übereinstimmen. Diesen Fund machte James-Clark zunächst bei einem Kalkschwamm (der sogen. Leucosolenia botryoides Bowrbk.). Schon damals bekannte er sich zu der Ansicht, dass die Spongien als Flagellatenkolonien aufzufassen seien, d. h. als Kolonien der Choanoflagellaten in unserem Sinne. Dieselbe Ansicht suchte er 1871 (148) durch das Studium eines Kieselschwammes (einer Spongilla) noch eingehender zu begründen.

1868 beschrieb Tatem nochmals eine in die Nähe der Gattung Codosiga gehörige neue Form als eine Epistylisart.

Einige wenige Angaben über hiehergehörige Formen finden wir weiter in der Arbeit Greeff's über Vorticellen aus den Jahren 1870 und 1871*), sowie in dem Werk Fromentel's über die Microzoën, jedoch hatten beide Beobachter keine richtigen Vorstellungen von dem Bau unserer Organismen, so dass ihre Mittheilungen ohne tieferen Werth sind.

Cienkowsky beschrieb im Jahre 1870 (143) einen neuen, sehr interessanten, koloniebildenden Organismus, das Phalansterium consociatum, welches eine wichtige Bereicherung unserer Gruppe bildete, wenn auch sein Entdecker die Beziehungen zu den von James-Clark so genau characterisirten Formen nicht erkannte.

Das durch James-Clark so vorzüglich inaugurirte Studium der Choanoflagellaten fand in England einen eifrigen Förderer in Saville Kent, welcher auch die Ansichten seines Vorgängers über die nahen Beziehungen der Spongien zu unserer Abtheilung völlig acceptirte und durch eigene Untersuchungen fester zu begründen suchte. Seit dem Jahre 1871 (147), in welchem Kent seine ersten kurzen Mittheilungen

*) Archiv für Naturgeschichte 1870 und 1871 (T. VII. fig. 18 und 19).

über einige Choanoflagellaten publicirte, widmete er ihrem Studium besondere Aufmerksamkeit und veröffentlichte auch im Laufe der siebziger Jahre eine Anzahl seiner Beobachtungen; so im Jahre 1878 zwei Arbeiten, von welchen sich die erste (172) gegen die Haeckel'sche Auffassung der sog. „Physemarien" wendet und deren Spongiennatur zu erweisen sucht. Die zweite wichtigere Arbeit (178) dagegen sucht nachzuweisen, dass die Spongien sich in allen ihren Beziehungen als Kolonien von Choanoflagellaten betrachten lassen. Dabei stützt sich der Verfasser auf eine ziemliche Reihe eigener Untersuchungen über den Bau und die Fortpflanzung der Schwämme. Wir halten uns hier nicht für berechtigt, ein Urtheil über die positiven Leistungen Kent's auf dem Gebiet der Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Spongien zu äussern, da die übrigen Bearbeiter der Schwämme seltsamer Weise die Arbeit Kent's bis jetzt ganz unberücksichtigt gelassen haben.

Eine weitere Mittheilung über unseren Gegenstand, die ich jedoch nicht Gelegenheit hatte zu sehen, veröffentlichte Kent noch im gleichen Jahr (174). Eine vollständige Zusammenstellung fremder wie eigener Erfahrungen über unsere Gruppe bot schliesslich sein schon erwähntes umfangreiches Handbuch der Infusorien (191). Bau und Fortpflanzung, sowie die allgemeine Formenkenntniss der Choanoflagellata erfahren darin in gleicher Weise eine sehr bedeutsame Bereicherung. Unter den zahlreichen von Kent entdeckten neuen Formen finden sich eine Reihe sehr interessanter und für die allgemeine Beurtheilung der Gruppe wichtiger, doch dürfte die Artsonderung im Allgemeinen wohl zu weit getrieben sein.

Ohne hier Weiteres über das Kent'sche Werk zu berichten, dessen Ergebnisse der speciellen Darstellung vorbehalten bleiben müssen, erinnern wir nur nochmals an die schon bei Gelegenheit der Flagellaten bemerkten Worte über die Beurtheilung der Kent'schen Leistungen.

Das Jahr 1878 bot jedoch noch vor dem Erscheinen der Kent'schen Bearbeitung der Choanoflagellata auch zwei deutsche Leistungen auf unserem Gebiet. Im Beginn desselben erschienen Bütschli's Beiträge (180), welche zwar nur einen beschränkten Kreis von Formen behandelten, jedoch als selbständige Bestätigung der bis dahin in Deutschland ziemlich unberücksichtigt gebliebenen Befunde Clark's immerhin einigen Werth beanspruchen durften. Viel umfangreichere Studien über unsere Gruppe konnte Stein in seinem Flagellatenwerk (176) mittheilen. Obgleich daher unsere Gruppe verhältnissmässig erst seit kurzer Zeit wirklich bekannt wurde, ist unser Wissen von derselben doch schon zu einem ziemlich ausgedehnten herangewachsen. In jüngster Zeit ist den schon hervorgehobenen Leistungen kaum etwas Bemerkenswerthes zugefügt worden*).

*) Literatur schon bei Flagellata p. 650 ff. aufgeführt. Die betreffenden Nummern sind mit einem * bezeichnet.

2. Allgemeine Schilderung der Choanoflagellata.

Schon bei früherer Gelegenheit wurde des charakteristischen Kennzeichens der Gruppe, nämlich des die Geisselbasis umgebenden protoplasmatischen Kragens mehrfach gedacht. In allen sonstigen Verhältnissen des Baues, der Fortpflanzung und der Lebensweise schliessen sich die Choanoflagellaten den früher besprochenen eigentlichen Flagellaten so innig an, dass es gerechtfertigt sein wird, wenn wir uns bei ihrer Schilderung möglichst kurz fassen und hauptsächlich die Differenzen betonen. Wie die gesammte Gruppe nur einen geringen Umfang besitzt, ist auch die Manichfaltigkeit der organisatorischen Entfaltung innerhalb derselben nicht gross und wird vorzüglich durch Gehäuse- und Koloniebildungen bedingt, wogegen der eigentliche Thierkörper ein recht einförmiges Gepräge darbietet. Es scheint daher auch die Aufstellung von Untergruppen fast unnöthig; dennoch möge gleich hier betont werden, dass sich, so weit unsere Kenntnisse zur Zeit reichen, zwei Abtheilungen formiren lassen, von welchen sich die der Phalansterinen durch rudimentäre Entwicklung des Kragens von der zweiten, den Cräspedomonadinen unterscheidet, in welch' letztrer Abtheilung der Kragen stets seine charakteristische Entfaltung darbietet.

Die, wie betont, im Ganzen auf niederer Stufe verharrende Organisation, welche sich namentlich auch darin ausspricht, dass nie mehr wie eine Geissel existirt, rechtfertigt auch die Ableitung unserer Gruppe von einfacheren Formen der Monadinenreihe, mit welchen denn auch die Choanoflagellaten in vieler Hinsicht übereinstimmen, wenn wir von dem eigenthümlichen Kragen absehen.

Gestaltsverhältnisse. Wenn auch die Choanoflagellaten zahlreichen einfachen Monadinen darin gleichen, dass ihre Gestalt sowohl durch Contractionen als auch durch amöboide Bewegungen veränderlich sein kann, so lässt sich doch ein Grundtypus der Gestaltung nicht verkennen. Derselbe ist ein recht ausgesprochen monaxoner. Stets existirt eine Hauptaxe des Körpers, von deren vorderem Ende die Geissel entspringt und welche, über das Vorderende hinaus verlängert, zu der Kragenaxe würde. Fast ausnahmslos ist ferner diese Hauptaxe auch die Längsaxe, indem der Körper in ihrer Richtung mehr oder minder gestreckt ist. Nicht sehr verlängerte Formen können sich wohl bis zur Kugelgestalt contrahiren, selten erscheint dagegen die kuglige Gestalt als die normale. Am häufigsten begegnen wir einer mehr oder weniger regelmässig ellipsoidischen Gestaltung von mässiger Längsstreckung (49,1), welche jedoch bei einzelnen Formen der Gattung Salpingoeca langellipsoidisch, ja fast cylindrisch werden kann (49,6). Meist wird aber die rein ellipsoidische Form dadurch aufgehoben, dass das den Kragen und die Geissel tragende Vorderende mehr oder minder verschmälert, ja nicht selten halsartig verlängert ist (49,4). Das Hinterende erscheint entweder einfach abgerundet oder läuft, sich

verschmälernd, mehr oder weniger zugespitzt aus. Letzteres ist speciell bei den auf Stielen befestigten Formen eine gewöhnliche Erscheinung (T. 48, 16).

Die von der Kragenbasis eingeschlossene Area des Vorderendes, aus deren Centrum die Geissel entspringt, erscheint meist schwach gewölbt bis etwas kegelig erhoben und ist nicht selten durch eine schwache Einschnürung an der Kragenbasis von dem übrigen Körper abgesetzt. — Eine Abweichung von der regelmässig monaxonen Gestalt wird, wie gesagt, selten beobachtet, doch findet man solches nicht selten bei den koloniebildenden Codosiga und Codonocladium, wo sich eine grössere Anzahl von Individuen auf dem Ende eines Stieles dicht zusammengruppirt, mehr oder minder angedeutet, indem hier die Krümmung der Aussenseite des Körpers etwas stärker ist wie der nach dem Centrum der Individuengruppe schauenden Seite. Es rührt diese Asymmetrie hier wohl sicher daher, dass sich die Individuen in ihrer centralen Entwicklung gegenseitig hemmen.

Morphologie und Physiologie des Kragens und der Geissel. Der Kragen, dieses für die ganze Abtheilung bezeichnendste Organ, wurde zuerst von James-Clark (125) richtig erkannt. Er wird stets von einer so dünnen Plasmahaut gebildet, dass seine Beobachtung auch mit guten Systemen und Beleuchtungsvorrichtungen eine schwierige ist. Es ist daher natürlich, dass die früheren Forscher, mit einziger Ausnahme von Fresenius (102), den Kragen nur unvollständig wahrnahmen und darstellten, so nämlich, wie er auch einem besser orientirten Beobachter beim ersten Anblick stets erscheint. Am schärfsten und dunkelsten muss sich nämlich der optische Durchschnitt der Kragenwand in Gestalt zweier, zu den Seiten der Geisselbasis entspringender und gewöhnlich divergirender Linien darstellen (T. 48, 16 a und b), während der freie Kragenrand wegen seiner Feinheit und Blässe meist nur sehr schwierig wahrzunehmen ist. Auf den Abbildungen der verschiedenen Forscher ist derselbe, wo er gezeichnet wurde, denn auch gewöhnlich in schematischer Weise zu scharf und dunkel gehalten (T. 48, 16c etc.). Auf die Beobachtung des optischen Durchschnittes beschränkten sich also die Wahrnehmungen der früheren Beobachter, nur Fresenius schilderte den Kragen bei Codosiga Botrytis als einen „zarten abgestutzten Anhang, aus welchem die Geissel hervorrage". Wie bekannt, ist der Kragen, wenigstens bei den Craspedomonadinen, ein gestaltsveränderliches Organ, ja er kann auch unter Umständen ganz eingezogen und wiederum neu gebildet werden. Auf diese Beobachtung, welche noch durch das Verhalten des Kragens bei der Theilung und der Nahrungsaufnahme unterstützt wird, gründet sich denn auch die Ueberzeugung, dass das fragliche Organ aus eigentlichem, sehr hellem und, soweit die Beobachtungen bis jetzt reichen, homogenem Plasma gebildet wird. Nur Kent (182) beschreibt die Kragenhaut als sehr fein granulirt, auf seinen Abbildungen ist jedoch nichts davon zu sehen.

Etwas anders verhält sich nach den Beobachtungen Cienkowsky's und Stein's der Kragen der Phalansterinen, auf dessen Vergleichbarkeit mit dem der Craspedomonadinen Bütschli zuerst hinwies (171). Einmal bleibt der Kragen bei dieser Gruppe immer verhältnissmässig klein, so dass er wie eine kurze und enge, um die Geisselbasis sich erhebende Scheide erscheint, als welche ihn auch Stein bezeichnet (T. 48, 14 a). Letzterer leugnet denn auch die nähere Verwandtschaft der beiden Abtheilungen und zieht die Phalansterinen zu der Familie der Spongomonadinen (Flagellaten). Eine active Gestalts- oder Grössenveränderung scheint an dem Kragen der Phalansterinen nie wahrgenommen worden zu sein; Stein bezeichnet ihn sogar als „resistent". Immerhin scheint die Beobachtung Cienkowsky's, dass der Kragen bei der Encystirung des Phalansterium consociatum „eingeht", dafür zu sprechen, dass er auch hier protoplasmatischer Natur und daher, wie Kent und ich annehmen, dem der Craspedomonadinen zu homologisiren ist. — Schliessen wir hier gleich einige Bemerkungen über die specielleren Formverhältnisse dieses Phalansterinenkragens an. Wie bemerkt, ist derselbe verhältnissmässig kurz, indem seine Länge etwa ein Fünftel bis ein Drittel der Körperlänge erreicht. Ebenso ist er auch eng, besitzt aber, wie es scheint stets, an der Basis einen etwas grösseren Durchmesser wie an dem distalen Ende, so dass er eine enge, distalwärts sich schwach konisch zuspitzende Röhre darstellt. Da die Gestalt des Phalansteriumkörpers selbst eine etwas veränderliche ist, so erscheint der Kragen bald von dem mehr verbreiterten Vorderende des Körpers deutlich abgesetzt oder bald, wenn das letztere verschmälert ausgezogen ist, gewissermassen als Verlängerung desselben.

Bei weitem umfänglicher ist nun der Kragen im normalen Zustand bei den Craspedomonadinen und weicht auch im uncontrahirten Normalzustand stets darin von dem der Phalansterinen ab, dass er sich umgekehrt wie der letztere distalwärts erweitert, also eine umgekehrt kegelförmige Gestalt besitzt.

Eine solche trichterförmige Erweiterung nimmt der Kragen der Craspedomonadinen im ungestört functionirenden Zustand wohl durchaus an, doch ist die Erweiterungsfähigkeit bei den verschiedenen Formen in etwas verschiedenem Grade vorhanden. Während manche nackte Formen nie mehr als eine schwach trichterförmige Erweiterung zeigen, können gewisse Salpingoecaarten ihren Kragen weit schüsselförmig ausbreiten. Natürlich ändert sich unter sonst gleichen Verhältnissen die relative Höhe des Kragens mit dem Maasse der Ausbreitung. Je stärker die letztere wird, desto mehr nimmt die Höhe ab, wie auch directe Beobachtung lehrt. Ganz streng wird diese Beziehung jedoch wohl nicht eingehalten werden, da der Kragen sicher auch durch neue Zufuhr von Plasma wachsen kann.

Zur allgemeinen Orientirung über die Grössenentwicklung des Kragens bemerken wir hier, dass derselbe bei sehr langgestreckten

Thieren etwa ein Drittel der Körperlänge erreicht, gewöhnlich aber im voll entwickelten Zustand eine Höhe von etwa zwei Drittel bis völliger Körperlänge besitzt. Doch finden sich auch Fälle, wo die Kragenhöhe die Körperlänge ansehnlich übertrifft; so kann der Kragen der Monosiga gracilis nach Kent die doppelte Körperlänge erreichen.

Bei mittlerer Ausbreitung übertrifft der distale Durchmesser des Kragens den grössten Breitedurchmesser des Körpers meist noch etwas; bei sehr ausgebreiteten Kragen kann der distale Durchmesser aber mehr wie die dreifache Körperbreite betragen.

Gewöhnlich scheint die Gestalt des Kragens eine rein kegelförmige zu sein, wenigstens sprechen hiefür die Erfahrungen von James-Clark, Stein und mir; seltener ist dagegen die Kragenwand nach aussen schwach convex gewölbt, wie es James-Clark und Stein z. Th. bei Salpingoecen angeben. Kent bildet letzteres Verhalten fast bei sämmtlichen Craspedomonadinen ab; ich muss jedoch eine solch' allgemeine Verbreitung dieser Kragenform bestreiten.

Wie bemerkt, besitzt der Kragen der Craspedomonadinen wie auch deren Körper, ein sehr ausgesprochenes Contractionsvermögen. Z. Th. ohne besondere Veranlassung, meist jedoch bei Beunruhigung der Wesen durch heranschwimmende andere Organismen, lässt sich die Contraction des normal ausgebreiteten Kragens deutlich beobachten. Sehr rasch, z. Th. plötzlich, sieht man dann den erweiterten distalen Rand des Kragens sich verengern und auf einen Durchmesser herabsinken, welcher gewöhnlich geringer wie der der Kragenbasis ist, so dass die Gestalt des Kragens nun eine aufrecht kegelförmige wie bei den Phalansterinen wird. Bei dieser Contraction wird sich natürlich gewöhnlich die Höhe eines sehr ausgebreiteten Kragens vergrössern. Dieselbe Contraction des Kragens wird auch eintreten, wenn sich, wie es oft geschieht, die Thiere der gehäusebewohnenden Salpingoeca plötzlich in das Gehäuse zurückziehen, wobei sich der Kragen natürlich verengern muss. Bei der Contraction des Kragens von Salpingoeca konnte nun James-Clark beobachten, dass die Kragenhaut in eigenthümliche schwingende Bewegungen gerieth, die ihn an den Anblick einer schwingenden Stimmgabel erinnerten. Von anderer Seite liegen keine Beobachtungen über ein solches Phänomen vor. — Es bedarf kaum besonderer Erwähnung, dass sich ein in der geschilderten Weise contrahirter Kragen auch wieder zu erweitern vermag. — Bei heftigerer Beunruhigung — wie später zu schildern sein wird, jedoch auch noch unter anderen, mit der Encystirung und Fortpflanzung in Verbindung stehenden Verhältnissen — kann die besprochene Contraction des Kragens zu einer theilweisen bis völligen Einziehung desselben führen. Hierbei verkürzt sich der Kragen, wie es scheint rasch, mehr und mehr, indem sein Plasma in den Körper zurücktritt, und schliesslich kann dieser Rückfluss so weit gehen, dass der Kragen völlig schwindet. In umgekehrter Richtung kann jedoch auch ein Wiederhervorwachsen des theilweise oder

gänzlich eingezogenen Kragens stattfinden, wobei nach den Beobachtungen von James-Clark der wiederhervorwachsende, noch niedere Kragen zunächst eine grössere Dicke zu besitzen scheint und erst allmählich bei weiterer Höhenzunahme die Zartheit des entwickelten Kragens erlangt. Das geschilderte Einziehen und Hervorwachsen des Kragens dürfte nicht mehr als ein Contractionsphänomen zu betrachten sein, sondern als eine Protoplasmabewegung nach Analogie der Pseudopodienbewegung.

Die von Kent dem Plasma des Kragens zugeschriebenen Strömungserscheinungen werden wir besser erst bei Gelegenheit der Erörterung der Kragenfunction betrachten. Ebenso kommen wir auf die Darstellung, welche Entz*) von dem Bau unseres Organes gibt, geeigneter bei dieser Gelegenheit zurück.

Eine etwas eigenthümliche Modification des Kragens will Robin (185) bei einer Codosiga, welche er nur als Varietät der gewöhnlichen C. Botrytis betrachtet, beobachtet haben. An Stelle des Kragens sollen sich hier in gleichen Abständen um die Geisselbasis 4 rigide und unbewegliche Cirren finden, welche im allgemeinen eine solche Stellung einnehmen, dass sie in der Kragenmembran verliefen, wenn eine solche vorhanden wäre. Robin will denn auch gelegentlich die 4 Cirren durch eine feine Kragenmembran verbunden gesehen haben. Ich kann gewisse Zweifel an der Richtigkeit dieser Beobachtung nicht unterdrücken, um so mehr, als Robin selbst bemerkt, dass man alle 4 Cirren nur schwierig bemerken könne und zunächst gewöhnlich nur zwei derselben zu sehen seien. — Seltsamer Weise soll diese Codosiga noch eine weitere Besonderheit zeigen, wie sie bei keiner anderen Choanoflagellate bis jetzt wahrgenommen wurde. Direct um die Geisselbasis soll sich eine kurze und enge, kragenartige Scheide erheben, von homogener oder längsgestreifter Beschaffenheit, also gewissermassen ein zweiter innerer Kragen. Derselbe soll sich abwechselnd erweitern und verengern. Kent glaubt die Robin'sche Beobachtung der 4 Cirren an Stelle des Kragens als eine theilweise Reduction dieses Organs unter Zurücklassung einiger pseudopodienartiger Gebilde betrachten zu können, und bringt damit gewisse von ihm bei Salpingoeca Amphoridium beobachtete Stadien in Verbindung, wo sich an Stelle des Kragens ein reicher Kranz feiner Pseudopodien erhob (T. 49, 8 d). Mir scheint dieser Deutungsversuch schon auf Grund der Beschreibung Robin's unzulässig, da letzterer die rigide Beschaffenheit der Cirren bestimmt betont.

Ueber die stets einfache Geissel unserer Organismen ist weniges zu bemerken. Entsprechend der Kleinheit der Choanoflagellaten ist sie gewöhnlich recht fein und wie wir dies im Allgemeinen auch bei den Flagellaten fanden, von durchaus gleicher Dicke in ihrer ganzen Länge. Meist entspringt sie scharf abgesetzt von dem Centrum der Kragenbasis, nur bei gewissen Salpingoecen geht ihr basales Ende unter

*) Termeszetrjzi Füzetek. Vol. VII. 1883.

konischer Verdickung in den Körper über. Ihre Länge ist im Ganzen keine besonders beträchtliche und erreicht im Minimalfall etwa die anderthalbfache Körperlänge, um sich unter Umständen bis zu der vierfachen zu erheben. Gewöhnlich finden wir eine Geissel von zwei- bis dreifacher Körperlänge. — Hinsichtlich der Geisselbewegungen begegnen wir ähnlichen Erscheinungen wie bei manchen Flagellaten. Bei den fast stets festsitzenden Choanoflagellaten hat die Geissel wesentlich die Bedeutung, durch Erregung von Wasserströmungen dem Körper Nahrungspartikel zuzuführen. Unter diesen Umständen scheint es auch begreiflich, dass gerade bei unseren Wesen die Geissel häufig längere Zeit ganz bewegungslos und anscheinend rigid gefunden wird. In diesem Zustand besitzt sie meist einen flach bogig geschwungenen Verlauf, worauf zuerst James-Clark aufmerksam machte. Sehr gewöhnlich ist, dass die Geissel sich erst schwach nach der einen und dann in ihrer distalen Hälfte nach der anderen Seite ausbiegt. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass diese Biegungen der Geissel in ähnlicher Weise, wie es schon früher für die Flagellaten erörtert wurde, auf eine sehr steile Schraubenkrümmung der ruhenden Geissel zurückzuführen sind. Kent ist wenigstens für Salpingoeca Amphoridium der Ansicht, dass auch die scheinbar ruhende Geissel in sehr rapider Wirbelbewegung begriffen sei; ich kann jedoch nicht verstehen, dass das Bild einer ruhenden Geissel, wie er meint, bei solchen Wirbelbewegungen zu Stande kommen soll.

Tritt die Geissel in Action, so finden wir bei nicht wenigen Formen, dass bei schwächeren Graden der Bewegung, ähnlich wie dies bei vielen Flagellaten beobachtet wird, nur ihr Endstück in Wellenbewegung geräth. Es kann sich aber bei denselben Formen diese Bewegung auch über die ganze Geissel ausdehnen und bei anderen scheint dies das Gewöhnliche zu sein. In heftigere Bewegung geräth die Geissel nach James-Clark gewöhnlich dann, wenn Fremdkörper oder Auswurfsstoffe aus der Höhlung des Kragens entfernt werden sollen. Auch peitschenförmige Bewegungen der gesammten Geissel sind gelegentlich zu beobachten

Function des Kragens und der Geissel. Es herrscht Einstimmigkeit unter den Beobachtern, dass der Kragen wenigstens bei den Craspedomonadinen ein mit der Nahrungsaufnahme in Beziehung stehendes Organ ist; dagegen gehen die Ansichten über die Rolle, welche er dabei spielt, weit auseinander. James-Clark glaubte, dass er etwa wie ein Trichterapparat functionire, welcher die von der Geissel in ihn geschleuderten Nahrungspartikel zu der an der Geisselbasis vermutheten Mundöffnung führe. Dass der Kragen in directerer Weise, als es James-Clark vermuthete, an der Nahrungsaufnahme betheiligt ist, konnten etwa zu gleicher Zeit Bütschli und Kent feststellen, doch weichen die Beobachtungen derselben in fundamentaler Weise von einander ab. Kent (163, 182) findet, dass durch die Bewegungen der Geissel im Umkreis

des Thieres ein von dem Hinter- nach dem Vorderende desselben eilender Strom erzeugt würde, welcher Nahrungspartikel oder dem Wasser beigemischte Karminkörnchen gegen die äussere Fläche des Kragens führe, wo sie kleben bleiben. Indem nun das Plasma der Kragenwand in einer fortdauernden, strömenden Bewegung begriffen sei, welche auf der Aussenfläche von der Basis nach dem freien Kragenrand gehe, dann auf die Innenfläche übertrete und auf dieser nach der Kragenbasis zurückkehre, würden die von der Aussenfläche des Kragens festgehaltenen Nahrungspartikel den gleichen Weg geführt und gelangten schliesslich nach der von der Kragenbasis umschlossenen Area um den Geisselursprung. Hier würden sie denn von dem Körperplasma aufgenommen. Eine besondere Mundöffnung finde sich in dieser Area nicht, sondern jede Stelle derselben sei gleich geschickt die Nahrungskörper aufzunehmen. Genauere Angaben über den eigentlichen Vorgang der Incorporirung der Nahrungspartikel theilt jedoch Kent nicht mit.

Wie gesagt, weicht das, was Bütschli (171) bei Codosiga von der Nahrungsaufnahme beobachtete, von den Kent'schen Angaben ab. Auch er sah, wie die Nahrungspartikel auf der Aussenfläche des Kragens ankleben und dann gegen die Kragenbasis herabrücken, jedoch nicht auf dessen Innenfläche, sondern direct auf der Aussenseite Dicht hinter der Kragenbasis wurde nun auf der Aussenfläche des Körpers zeitweise ein vacuolenartig vorspringendes helles Gebilde beobachtet (T. 48, 16d, no), welches nach einiger Zeit verschwand, worauf denn nach einem gewissen Zeitraum ein ähnliches Gebilde auf der entgegengesetzten Körperseite auftauchte. Es liess sich nicht sicherstellen, wurde aber wahrscheinlich, dass dieses Schwinden und Wiederauftauchen des Gebildes von einem Herumwandern desselben um den Körper herrühre. Schliesslich liess sich dann beobachten, dass die an der Aussenfläche des Kragens herabgerückten Nahrungspartikel, sobald sie mit dem vacuolenartigen Vorsprung in Berührung kamen, von demselben aufgenommen und dem Körperplasma einverleibt wurden.

Diese Beobachtungen Bütschli's an Codosiga Botrytis wurden in neuester Zeit von Entz*) an einer als Codonocladium corymbosum bezeichneten Form im Wesentlichen bestätigt, jedoch in recht abweichender Weise gedeutet. Das vacuolenartige, über die Körperoberfläche vorspringende Gebilde hält Entz für einen losgeschlitzten Theil des basalen Abschnittes des Kragens, wie er denn, abweichend von allen übrigen Beobachtern, den Kragen nicht für einen geschlossenen Trichter oder Röhre, sondern für „eine papiertrichterartig gedrehte feine, protoplasmatische Membran" hält, „deren unterer Theil sich bei der Nahrungsaufnahme vom Trichter losdrehe und das sogen. vacuolenartige Gebilde darstelle". Mir ist bei dieser Auffassung namentlich nicht recht verständ-

*) l. p. 884 c.

lich, wie sich Entz das doch auch von ihm bestätigte Auftreten dieses Gebildes an wechselnden Körperstellen erklärt. Nur bei der Aufnahme fester Nahrungstheilchen soll sich übrigens das Gebilde abschlitzen. In „der Tiefe" der abgeschlitzten Membran soll sich nun eine, während der Nahrungsaufnahme bemerkbare feine Mundöffnung finden, welche in einen spaltartigen Schlund führe. Das aufgenommene Wasser sammt den Nahrungspartikeln sammle sich am inneren Ende dieses Schlundes in einer sich hier bildenden Vacuole an, einer sogen. Schlingvacuole nach Entz, welche sich alsdann contrahire und Wasser nebst Nahrung in das Plasma presse. Wir werden später bei Besprechung der contractilen Vacuolen auf diese Schilderung nochmals zurückkommen, weil das, was Entz hier als eine Schlingvacuole mit der Nahrungsaufnahme in Beziehung bringt, seither allgemein als eine gewöhnliche contractile Vacuole betrachtet wurde.

Wenn nun auch die Kent'sche Schilderung der Nahrungsaufnahme sehr bestimmt klingt, so kann ich mich doch nicht entschliessen, meine mit aller Deutlichkeit gemachten Beobachtungen zu bezweifeln, um so weniger als dieselben, was das Thatsächliche betrifft, in den Mittheilungen von Entz eine Bestätigung gefunden haben. Jedenfalls sind erneute Untersuchungen erforderlich, um die hinsichtlich der Nahrungsaufnahme der Craspedomonadinen herrschenden Meinungsverschiedenheiten aufzuklären. — Fraglich muss es zur Zeit erscheinen, ob auch der wenig entwickelte Kragen der Phalansterinen eine Rolle bei der Nahrungsaufnahme spielt. Wir wissen von diesen Formen durch Cienkowsky nur so viel, dass sie feste Nahrung aufnehmen; über die Art, wie dies geschieht, ist jedoch gar nichts bekannt. — Hinsichtlich der Ausstossung der Nahrungsreste, über die wir hier gleich einige Bemerkungen anschliessen wollen, herrscht dagegen erwünschte Uebereinstimmung unter den Beobachtern. Dieselbe erfolgt bei den Craspedomonadinen, wie zuerst James-Clark nachwies, und später Bütschli wie Kent bestätigten, in der von der Kragenbasis umschlossenen Area. Eine Afteröffnung existirt natürlich nicht. Bütschli sah bei Codosiga, dass sich das Plasma der Area bei der Ausstossung eines Körnchens keglig erhob (T. 48, 16c), worauf aus der Spitze des Plasmakegels das auszustossende Körnchen hervortrat, worauf das Plasma wieder zurücksank.

Ueber die allgemeine Beschaffenheit des Körperplasmas ist kaum etwas zu bemerken. Die Unterscheidung eines Ectoplasmas ist nicht möglich. Eine ausgesprochene Färbung besitzt das Plasma jedenfalls nicht. Gewöhnlich erscheinen die Formen von schwach bläulich- bis gelblichgrüner Färbung; James-Clark spricht bei gewissen auch von gelber Farbe und beschreibt die Salingoeca marina sogar als dunkelbraun. Ich möchte aber vermuthen, dass diese Färbungen wesentlich durch die Einrichtung des Mikroskopes bedingt sind. Irgend welche eigentlichen Pigmente oder Chromatophoren kommen den bekannten Choanoflagellaten nicht zu. Im Plasma sind feinere oder mässig grobe

dunklere Körnchen mehr oder weniger regelmässig vertheilt, von welchen sich ein Theil meist als aufgenommene Nahrungspartikel recognosciren lässt. Ausserdem findet man das Plasma häufig auch von Vacuolen in grösserer oder geringerer Zahl durchsetzt. Unter diesen begegnet man gewöhnlich auch solchen, welche sich durch ihren Inhalt als Nahrungsvacuolen erweisen. Wie schon bemerkt, finden wir die Nahrungspartikel aber auch frei im Plasma. Gewöhnlichen Flüssigkeitsvacuolen begegnet man, wie meine Beobachtungen an Codosiga und die Abbildungen Stein's erweisen, besonders reichlich bei den gehäuselosen Formen, obgleich auch die Salpingoecen zuweilen eine ziemliche Menge derselben enthalten. Bei Codosiga Botrytis entwickeln sich nicht selten einige derartige Vacuolen so ansehnlich, dass sie nur noch durch dünne Plasmawände geschieden werden und der Körper mehr oder weniger blasig erscheint (T. 48, 16a—b).

Contractile Vacuolen bilden einen regelmässigen Bestandtheil des Körpers unserer Choanoflagellaten und finden sich gewöhnlich in dem hinteren Leibesdrittel. Nur wenn ihre Zahl eine beträchtlichere wird, treten sie zum Theil auch mehr in dem Vorderkörper auf.

Ihre Zahl scheint bei den verschiedenen Formen ziemlichen Schwankungen zu unterliegen und auch bei einer und derselben Art nicht stets constant zu sein. Während Cienkowsky bei Phalansterium consociatum 1 bis 2 von unregelmässiger Stellung angibt, zeichnet Stein stets nur eine ziemlich weit nach hinten gelagerte bei den beiden von ihm beobachteten Arten. Eine contractile Vacuole zeichnet Stein auch constant bei Hirmidium Phalanx (Codonodesmus Stein), während Kent bei seinem, von der Stein'schen Art wohl schwerlich verschiednen H. moniliformis zwei bis mehr Vacuolen angibt. Ein ganz ähnlicher Widerspruch findet sich in den Angaben der beiden Forscher bezüglich der von Stein Salpingoeca ampullacea genannten Form, welche Kent als S. Amphoridium Clark aufführt und die auch wohl nicht scharf von der Clark'schen Form zu trennen ist. Stein bildet bei derselben stets nur eine Vacuole ab, Kent gibt dagegen deren drei bis vier an, was mit den früheren Angaben von James-Clark übereinstimmt, welcher in seltenen Fällen sogar 5 beobachtet haben will. Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, die in mancher Hinsicht widerspruchsvollen oder unsicheren Angaben über die Zahl der contractilen Vacuolen eingehender zu erörtern, es genüge darauf hinzuweisen, dass eben die Fünfzahl die höchste bis jetzt beobachtete ist und dass sich recht häufig nur zwei Vacuolen zu finden scheinen, welche dann im hinteren Körperdrittel an entgegengesetzten Seiten, meist nicht ganz in derselben Höhe liegen und sich abwechselnd contrahiren. Tritt noch eine dritte Vacuole auf, so scheint sie gewöhnlich eine mittlere Lage zwischen diesen beiden an der hinteren Körperspitze einzunehmen. Vier Vacuolen sah James-Clark bei gewissen Salpingoecen gewöhnlich so gelagert, dass sich an beiden Seiten des Körpers je zwei hinter einander fanden. — Ueber die zeitlichen Verhältnisse der Contrac-

tionen findet man bei James-Clark und Kent einige Angaben, welche hier nicht reproducirt werden sollen.

Bezüglich der Neubildung der Vacuolen nach der Systole liegen nur wenige Angaben von Clark und Bütschli vor. Bei der Salpingoeca vaginicola St. (? gracilis B.) sah der letztere die Neubildung der Vacuole in der bekannten Weise durch Zusammenfluss mehrerer kleiner. Bei Codosiga Botrytis bildet sich an Stelle der verschwundenen Vacuole unter der Körperoberfläche zunächst ein länglicher Flüssigkeitsraum, dessen Entstehung nicht genauer zu verfolgen war und erst kurz vor der Systole erfolgt die Abrundung desselben zu einer gewöhnlichen Vacuole. Es wurde nun schon oben angedeutet, dass Entz der Ansicht ist, es sei nur die eine Vacuole der zweivacuoligen Formen eine eigentlich contractile, die andere dagegen eine zur Nahrungsaufnahme bestimmte sogen. Schlingvacuole. Er sucht denn auch den von James-Clark und Bütschli bei der Bildung der Vacuole beobachteten länglichen Flüssigkeitsraum anders zu deuten, und erklärt ihn für den Schlund, welchen er, wie oben erwähnt wurde, den Choanoflagellaten zuschreibt. Ich muss gestehen, dass mir diese Deutung recht unwahrscheinlich vorkommt.

Ein einziger und kleiner Nucleus kommt den Choanoflagellaten regelmässig zu. Derselbe liegt stets im Vorderende des Körpers in geringer Entfernung hinter der Geisselbasis. Sein Bau ist wie bei den einfacheren Flagellaten ein ausgesprochen bläschenförmiger. Stets ist er kuglig und enthält einen relativ ansehnlichen, kugligen Nucleolus, der von einer hellen Kernsaftzone umgeben ist. Bei Behandlung mit Reagentien tritt um die Kernsaftzone auch eine etwas körnelige dunkle Hülle deutlich hervor, welche meiner Ansicht nach wahrscheinlich nicht die eigentliche Kernmembran, sondern eine Kernrindenschicht ist. Von Theilungserscheinungen dieses Nucleus ist bis jetzt kaum etwas bekannt.

Stiel- und Gehäusebildungen. Der Mangel jeglicher Skeletbildungen, wenn wir unter dieser Bezeichnung die Stiel- und Gehäusebildungen zusammenfassen, ist eine im Ganzen seltne Erscheinung unter den Choanoflagellaten, wir finden solche Formen einerseits in der Kent'schen Gattung Monosiga und zwar sind dies nackte mit dem mehr abgerundeten oder verschmälert ausgezognen Hinterende direct festgeheftete Formen, welche auch als die einfachsten unter den Craspedomonadinen zu betrachten sind. Andererseits bestehen auch die eigenthümlichen Kolonien der Gattung Hirmidium (Codonodesmus St.) aus ganz skeletlosen Individuen. Die meisten Codonosoginen besitzen dagegen das Vermögen, an ihrem Hinterende einen meist ziemlich feinen und drehrunden Stiel auszuscheiden. Ich bediene mich hier dieses Ausdrucks ohne damit ausschliessen zu wollen, dass derselbe nicht etwa auch durch directe Umbildung des Plasmas gebildet werden möge. Im Gegentheil liesse sich hierfür sogar einiges anführen, indem einmal die Thiere nicht selten mit einer stielförmig ausgezognen Partie ihres Hinterendes auf dem

Vorderende des eigentlichen Stieles aufsitzen (T. 48, 16a) und Kent für seine Monosiga gracilis besonders hervorhebt, dass die vordere Stielhälfte stets einen weichen, plasmatischen Charakter bewahre.

Im Allgemeinen erinnern die zu schildernden Stielbildungen lebhaft an die der Dendromonadinen unter den Flagellaten und auch die im Zusammenhang damit entwickelnden Kolonien sind ähnliche. Die Stielsubstanz ist gewöhnlich homogen und glasartig, nur selten (Codosiga) bei älteren Stielen etwas gelblichbraun. Sie scheint eine ziemliche Festigkeit zu besitzen. Erfahrungen über ihre chemische Beschaffenheit liegen nicht vor. Gewöhnlich werden die Stiele, auch die dickeren der koloniebildenden Formen, als ganz solid und undifferenzirt geschildert, nur Bütschli fand an den dickeren Stielen der Codosiga Botrytis eine äussere dunklere Stielwand und eine helle Centralmasse, so dass er diese Stiele in gewissem Sinn als röhrenförmige bezeichnet. Zur Befestigung auf der Unterlage scheint sich der Stiel sehr gewöhnlich an seiner aufgewachsenen Basis etwas scheibenförmig zu verbreitern (T. 48, 16a); Kent wenigstens bildet ein solches Basalscheibchen ganz allgemein ab.

Der morphologische Aufbau der Stiele hängt nun wesentlich von den Kolonialverhältnissen ab. — Bei der monozoën Gattung Monosiga finden wir einen längeren oder kürzeren meist zarten Stiel, welcher stets nur ein Thier trägt. — Hieran schliesst sich zunächst die Gattung Codosiga (T. 48, 16a), bei welcher es zur Koloniebildung kommt, indem das monosiga-artige Individuum, welches die Kolonie gründet, sich auf seinem Stiel durch Theilung fortgesetzt vermehrt und die Sprösslinge als eine Individuendolde, ähnlich wie bei Anthophysa, durch kurze protoplasmatische Stielchen auf dem Ende des Stieles befestigt bleiben. Man sollte erwarten, dass sich bei dieser fortgesetzten Vermehrung der Individuenzahl der Kolonie, welche sich auf über 20 erheben kann, eine allmähliche Verdickung der jüngeren Stieltheile eintreten werde, wie dies auch bei gewissen Codonocladien zu beobachten ist, doch zeigt sich im Gegentheil auch bei individuenreichen Kolonien meist eine geringe Verschmälerung des Stieles.

Bei der Stein'schen Gattung Codonocladium tritt nun eine reichere Entfaltung des Stielgerüstes dadurch ein, dass die durch Theilung entstandenen Sprösslinge des monosiga-artigen Koloniegründers fortfahren, Stielsubstanz zu bilden, so dass sich der ursprünglich einfache Stiel allmählich verzweigt. Es sind im Wesentlichen zwei Modi der Stielverzweigung bei den Formen dieser Gattung bis jetzt gefunden worden, von welchen der eine (C. umbellatum; T. 49, 5) den Charakter der wahren Dolde zeigt. Hier bildet sich nämlich wie bei Codosiga auf dem Ende des primären Stieles eine Dolde von 3 bis 10 Individuen und erst dann beginnen dieselben ziemlich zu gleicher Zeit, die Erzeugung secundärer Stiele. Demnach verzweigt sich der Stiel hier in einem Punct doldenartig in 3 bis 10 Zweige und jeder derselben kann

seinerseits nochmals eine entsprechende Verzweigung erfahren. Auf den letzten Zweigenden sitzen schliesslich die aus mehr oder weniger Individuen gebildeten Träubchen. Ein zweiter Modus wird durch das C. cymosum Kent repräsentirt, indem hier die Stielerzeugung nach jeder Zweitheilung geschieht und so eine mehr oder weniger unregelmässige dichotomische Verästelung des Stielgerüstes eintritt unter Bildung einer Art Trugdolde oder Cyma. Bei einer Modification dieser Art scheint von den beiden bei jeder Zweitheilung entstehenden Sprösslingen gewöhnlich nur der eine sich weiter zu vermehren; eine zweite Modification kommt dadurch zu Stande, dass der eine der Sprösslinge der ersten Theilung ein präponderirendes Weiterwachsthum zeigt, welches er auch weiterhin bewahrt, so dass alle von dem betreffenden Sprössling und seinen Nachfolgern gebildeten Stiele eine Art Hauptstamm als directe Fortsetzung des ursprünglichen Stieles bilden, an welchen die übrigen Zweige dann einseitig ansitzen. In solcher Weise bildet dann die ganze Kolonie eine Art einseitigen Wedel.

Kent reiht hier noch eine weitere Modification an, doch scheint es mir etwas fraglich, ob dieselbe wirklich hierher gehört. Bei dieser finden wir nämlich keine Stielverzweigungen, sondern die Stiele der jüngeren Kolonialindividuen befestigen sich successive auf der Seite der Körper der älteren. Kent glaubt diese Bildung aus einem Knospungsprocess der Individuen herleiten zu können; wir werden jedoch später sehen, dass eine Fortpflanzung durch Knospung bei den Choanoflagellaten nicht sicher erwiesen ist.

Hüllen- und Gehäusebildungen. Wir begegnen auch unter den Choanoflagellaten den beiden Hauptmodificationen der Hüllenbildung, welche bei den Flagellaten zu verzeichnen waren, nämlich den schleimigen oder gallertartigen Hüllen und den aus festerer Substanz gebildeten echten Gehäusen. Eine scharfe Grenze scheint zwischen diesen beiden Hüllbildungen auch hier nicht zu existiren. Gallertige Hüllen von grosser Aehnlichkeit mit denen der Spongomonadinen characterisiren die Kolonien der Phalansterinen und die Kent'sche Gattung Protospongia. Die Gallerthüllen der ersteren namentlich zeigen die grösste Uebereinstimmung mit denen gewisser Spongomonaden. Die farblose oder mehr oder weniger braune Gallertmasse ist auch hier reichlich von ziemlich groben Körnchen durchsetzt (T. 48, 14b), hinsichtlich deren Beurtheilung auf das bei den Flagellaten Bemerkte zu verweisen ist. Nach den Beobachtungen Cienkowsky's und Stein's scheint der Gründer einer Kolonie des Phalansteriums zunächst eine etwa birn- bis trichterförmige, geschlossene Hülle auszuscheiden, welche bei Ph. digitatum mit dem zugespitzten Hinterende frei aufgewachsen ist, während sie bei Ph. consociatum der Unterlage flach aufliegt. Bei der ersteren Art ist die Weiterbildung der Kolonie leicht verständlich. Das erste Individuum vermehrt sich durch Quertheilung in der Hülle, worauf sich die beiden Sprösslinge in dem freien Ende der Hülle neben einander

anordnen und durch weitere Ausscheidung von Hüllsubstanz bald eine dichotomische Verästelung der Hülle bewirken. Bald scheinen nun auch die beiden so erzeugten Aeste der Hülle an ihren freien Enden je eine weite runde Oeffnung zu erhalten. Mit der fortgesetzten Vermehrung der Individuen geht denn auch die dichotomische Verästelung des Stockes in gleicher Weise weiter, so dass ein entwickelter Stock (T. 48, 14 b) aus einem sich dichotomisch verzweigenden Röhrengerüst besteht, das an seinem Ursprungsende aufgewachsen ist und dessen einzelne nicht sehr lange Röhren fingerartig neben einander stehen, indem sie nach den freien Enden an Dicke wachsen. Wie gesagt sind die Röhrenenden gewöhnlich mit weiter runder Oeffnung versehen, aus welchen die Geisseln der in Ein- oder Zweizahl in den Röhren sich findenden Individuen hervorragen.

Schwer verständlich ist dagegen bis jetzt die Bildung der Kolonie des Ph. consociatum (T. 48, 15). Die Gründung derselben geschieht in wesentlich gleicher Weise wie bei der erst besprochenen Art. Die ausgebildete Kolonie dagegen stellt eine rundliche bis nierenförmige, flach aufgewachsene Scheibe dar, welche aus mehr oder weniger zahlreichen, radial gestellten und im Centrum der Kolonie zusammenstossenden, etwa kegligen Gallertröhren zusammengesetzt wird. Aeltere Kolonien sollen nach Cienkowsky mehr unregelmässig umgrenzte Aggregate bilden. Die Lagerung der Individuen in den Gallertröhren ist hier wesentlich dieselbe wie bei der anderen Art. Wie gesagt, erscheint es noch etwas unklar, wie durch Vermehrung des Koloniegründers die geschilderten Scheiben entstehen; das Wahrscheinlichste dürfte sein, dass die ursprüngliche Röhre mit der Vermehrung ihres Erzeugers in die Breite wächst und durch Bildung von radialen Zwischenwänden zwischen den Sprösslingen allmählich in eine Anzahl von Röhren zerlegt wird.

Sehr einfach ist die Gallerthülle bei den Kolonien der Protospongia Häckelii (T. 49, 11) nach Kent's Untersuchungen gebaut. Die mehr oder weniger zahlreichen, monosigaartigen Individuen, welche eine solche Kolonie aufbauen, sind in ziemlich gleichen Abständen in eine sehr flache, ganz hyaline oder doch nur sehr schwach-körnige Gallertscheibe eingebettet, so dass nur ihr Kragen mit der Geissel hervorragt. Diese Gallertscheiben finden sich entweder an der Oberfläche des Wassers oder überziehen untergetauchte Gegenstände. Um das hervorragende Ende jedes Individuums scheint sich die Gallerte schwach zu erheben, so dass der Rand der Scheibe ein etwas ausgezacktes Aussehen erhält. Bis zu 60 und mehr Individuen können in solcher Weise zu einer Kolonie vereinigt sein.

Ausscheidung einer zarten gallertartigen Hülle kommt zuweilen auch bei den nackten Codosiginen vor. So beobachtete Bütschli gelegentlich eine zarte schleimige Hülle um gewisse Individuen der Codosiga Botrytis (T. 48, 16 b), und Kent theilt mit, dass Codonocladium umbellatum bei heftigem Druck eine ähnliche vergängliche Hülle ausscheide. Als Sarkode,

wie er will, dürfte jedoch die Substanz dieser Hülle wohl nicht bezeichnet werden.

Eine Uebergangsstufe der nackten zu den gehäusebewohnenden Formen scheint auch das von Entz*) entdeckte Codonocladium corymbosum zu bilden. Bei dieser, rücksichtlich ihrer Koloniebildung an Codonocladium sich anreihenden Form haben die Individuen nur auf dem hinteren Drittel ihres Körpers eine sehr feine Gehäusemembran abgeschieden und dann hat sich das Plasma von dieser Membran etwas zurückgezogen. Nach vorn soll diese Hülle allmählich in die Rindenschicht des Körpers übergehen, von welcher jedoch auf Entz' Abbildungen nichts deutliches zu erkennen ist.

Solche Hüllbildungen führen uns zu den Gehäusen, welche die Gruppe der Salpingoecinen charakterisiren, über. Das Gehäuse ist hier ursprünglich ein Abguss der gesammten Körperoberfläche und daher auch in den allermeisten Fällen von ganz regulär monaxonem Bau. Gewöhnlich füllt jedoch der Thierkörper das erwachsene Gehäuse nicht mehr völlig aus, wenngleich sich in dieser Hinsicht bei einer und derselben Art Verschiedenheiten darbieten. Die Wand des fast stets glashell durchsichtigen Gehäuses ist meist recht dünn (s. T. 49) und dann wohl gewöhnlich aus einer ziemlich festen Substanz gebildet. Wenn die Gehäusewand eine beträchtlichere Dicke erreicht, wie bei der Salpingoeca Convallaria Stein's (T. 49, 1), so scheint sie weich zu bleiben; auch James-Clark beschreibt die Substanz des Gehäuses bei S. gracilis als schleimig und Stein's Abbildungen derselben Art zeigen auch ziemliche dicke Wandungen. Wie Kent's Beobachtungen über die Entwicklung des Gehäuses der S. Ampulla Kent zeigen und wie es auch von vornherein wahrscheinlich ist, besitzt die erste Anlage des später erhärtenden Gehäuses eine schleimige weiche Beschaffenheit. Wie bemerkt, ist das Gehäuse gewöhnlich farblos, nur bei der sog. Lagenoeca cuspidata K. gibt Kent braune Färbung an.

Mit einer einzigen Ausnahme, der eben erwähnten Lagenoeca cuspidata, sind die Gehäuse an dem hinteren Ende befestigt. Letztere wurde frei schwimmend gefunden und deshalb auch von Kent zu einer besonderen Gattung neben Salpingoeca erhoben. Da jedoch Stein beobachtete, dass sich festgeheftete Salpingoecen (S. Convallaria) gelegentlich ablösen und mit dem Gehäuse frei umherschwimmen, so dürfte auf das einzige bis jetzt beobachtete Exemplar der Lagenoeca cuspidata kein allzugrosser Werth zu legen sein. — Die befestigten Gehäuse sind nun entweder direct mit ihrem Hinterende aufgewachsen (2, 8), oder werden von einem verschieden langen Stiel getragen (9, 15). Im letzteren Fall bildete also das Thier vor der Erzeugung des Gehäuses zunächst einen Stiel, ging also durch ein monosiga-artiges Stadium hindurch, was auch durch directe Beobachtung der Entwicklung des gestielten Gehäuses bei S. Infusionum von

*) S. Entz l. p. 884 cit.

Kent festgestellt wurde. Eine ganz scharfe Grenze zwischen einem soliden Gehäusestiel und einer stielartigen hohlen Verlängerung des hinteren Gehäuseendes scheint nicht gezogen werden zu können.

Beschäftigen wir uns nun noch kurz mit den mannichfaltigen Gestalten der Gehäuse. Die Reihe beginnt etwa mit ellipsoidischen bis eiförmigen oder auch birnförmigen Gehäusen mit enger Oeffnung des Vorderendes. Hieran schliessen sich andere mit weiter bis sehr weiter Oeffnung, deren Rand dann auch mehr oder weniger auswärts gebogen ist, so dass die Gestalt eine vasenförmige wird (12). Andererseits kann sich das vordere Drittel der Schale auch halsartig verschmälern, so dass die Form einer mehr oder weniger bauchigen Flasche entsteht (8) oder, bei geringer Entwicklung des Halses, die einer Amphora. Nicht selten ist gleichzeitig das Hinterende mehr oder weniger stielartig ausgezogen oder zugespitzt (2, 7). Von den ersterwähnten vasenförmigen Gestalten leiten sich solche ab, welche durch starkes Längswachsthum mehr die Gestalt eines Champagnerglases annehmen, sitzend oder auf elegantem Stiel befestigt, und schliesslich treten auch lange hornartig geschwungene Formen auf (6). Bei der so gebildeten S. cornuta zeigt sich noch eine weitere interessante Eigenthümlichkeit, indem nämlich eine Gablung des Gehäuses in Verbindung mit der Theilung des Thieres eintreten kann, also eine Art Stockbildung, ähnlich wie bei Phalansterium digitatum. Eine besonders eigenthümliche Gestaltung des Gehäuses findet sich noch bei den S. Ampulla (10a) und Campanula. Bei diesen beiden Arten wird nämlich das Thier sammt dem Kragen für gewöhnlich von dem Gehäuse ganz umschlossen, während sonst im nicht retrahirten Zustand stets der Kragen aus dem Gehäuse hervorschaut. Dieser Umstand bedingt nun auch bei diesen beiden Formen eine besondere Gestalt des Gehäuses, indem sich dessen vordere zwei Drittel ballonförmig zur Aufnahme des Kragens erweitern. Bei S. Ampulla ist dieser erweiterte Theil grob längsgerippt. Kent konnte die allmähliche Entwicklung des Gehäuses bei der letzteren Form verfolgen und fand, wie erwähnt, dass die erste Anlage eine einfache, annähernd kuglige Hülle ist (10b), an welcher später, nach der Bildung des Kragens, „durch dessen und der Geissel Thätigkeit“ allmählich die vordere Erweiterung hervorgerufen wird; worauf das Gehäuse erhärtet. Besondere Verzierungen oder dergleichen finden sich an den Gehäusen fast nie, nur das abgerundete Hinterende des ungefähr flaschenförmigen Gehäuses der sog. Lagenoeca cuspidata Kent zeigt einige dornartige Fortsätze, welche etwas an die der Flagellate Chrysopyxis bipes St. (T. 43, 2) erinnern.

Nachdem wir eben bei der S. cornuta die Andeutung einer Koloniebildung beschalter Formen gefunden haben, müssen wir ganz kurz der Gattung Polyoeca gedenken, welche sich hinsichtlich ihrer Koloniebildung zu den solitären Salpingoecen genau so verhält, wie Poteriodendron zu Bicosoeca unter den Flagellaten. Die Stockbildung (T. 49, 12) erfolgt hier nämlich so, dass sich die jüngeren Gehäuse mit ihren ziemlich

langen Stielen auf den Mündungsrändern der älteren successive befestigen; zuweilen geschieht jedoch auch die Anheftung auf dem Stiel eines benachbarten Kolonialgenossen.

Verhalten des Thierkörpers zu dem Gehäuse bei den Salpingoecen. Es wurde schon erwähnt, dass das Gehäuse im erwachsenen Zustand gewöhnlich nur zu einem beschränkten Theil von dem Thierkörper erfüllt wird, doch ist bei den weniger langgestreckten Gehäusen, wie bei S. ampullacea, Amphoridium, fusiformis und Verwandten die Erfüllung der Schale gewöhnlich eine ziemlich vollständige (1, 4, 8). Auch hier findet sich aber meist eine Flüssigkeitsschicht zwischen der Oberfläche des Körpers und der Schalenwand, so dass nur in der Gegend der Gehäusemündung eine Art Aufhängung des Körpers in der Schale zuweilen zu beobachten ist. In den länger gestreckten Gehäusen (mit Ausnahme der schon früher besprochnen S. Ampulla und Campanularia) findet sich der Thierkörper im nicht retrahirten Zustand im vorderen Theil, so dass der Kragen aus der Mündung herausschaut. Eine Berührung mit der Gehäusewand scheint meist nirgends stattzufinden. In verhältnissmässig wenigen Fällen konnte bis jetzt eine besondere Befestigung an der Gehäusewand nachgewiesen werden. Bei gewissen Formen entspringt von dem Hinterende ein feines, wahrscheinlich protoplasmatisches Fädchen, welches sich im Grunde des Gehäuses befestigt (10a); bei S. cornuta heftet sich ein zuweilen vorhandenes ähnliches Fädchen weiter vorn an die Seite des Gehäuses an und an seiner Stelle finden sich manchmal auch mehrere pseudopodienartige Fortsätze (6).

Da nun die meisten Formen der Salpingoecen und Verwandten das Vermögen besitzen, sich bei Beunruhigung plötzlich und rasch in das Gehäuse völlig zurückzuziehen, so liegt es nahe, hiermit diese in gewissen Fällen (S. cornuta Kent) nachweisbar contractilen Fädchen des Hinterendes in Verbindung zu bringen. Immerhin scheint es mir möglich, dass bei dieser Retraction auch noch andere Momente ins Spiel kommen. Manche Salpingoecen wenigstens (so nach Bütschli S. fusiformis) besitzen das Vermögen, bei ihrer Retraction auch die Gehäusemündung zu verengern, ähnlich wie die Bicosoecen unter den Flagellaten, welchen sich ja auch die Gehäusebildungen der Salpingoecen am innigsten anschliessen.

Wie schon früher gelegentlich hervorgehoben wurde, besitzen wenigstens gewisse Formen der Choanoflagellaten eine recht ausgesprochene Contractionsfähigkeit. So contrahirt sich Codosiga Botrytis häufig zu kugliger Gestalt und auch bei der Retraction der Salpingoecen wird wohl gewöhnlich eine Contraction des Thierkörpers stattfinden. Auf die amöboiden Bewegungserscheinungen werden wir gleich bei der Fortpflanzung noch etwas näher eingehen.

Fortpflanzungserscheinungen und Encystirung.

Theilungserscheinungen. Die Vermehrung durch Theilung scheint mir zur Zeit allein als ganz sichergestellte Fortpflanzungsweise

der Choanoflagellaten betrachtet werden zu müssen. Wie bei den Flagellaten, begegnen wir sowohl der Quer- wie Längstheilung.

Die Quertheilung wurde von Cienkowsky bei der Gattung Phalansterium sicher nachgewiesen und durch Stein's Untersuchungen noch genauer dargestellt. Aus des Letzteren schönen Abbildungen dieses Vorganges geht hervor, dass sich das in Theilung eingehende Individuum etwas in die Länge streckt, worauf eine ringförmige Einschnürung in der Mitte auftritt (T. 48, 14b I), indem gleichzeitig schon eine wohl sicher neugebildete contractile Vacuole für den vorderen Sprössling kenntlich wird. Erst wenn die Durchschnürung ziemlich vollzogen ist, bemerkt man die Neubildung eines Kragens an dem Vorderende des hinteren Sprösslings (siehe neben I). Die Verhältnisse bedingen es, dass dieser neue Kragen etwas schief seitlich aus dem Vorderende des hinteren Sprösslings hervorwachsen muss. Dass auch dessen Geissel neu entsteht, unterliegt nach dem Mitgetheilten keiner Frage. Nach geschehener Sonderung der beiden Sprösslinge rückt der hintere in gleiche Höhe mit dem vorderen in der Wohnröhre Aus den Mittheilungen Cienkowsky's ergibt sich weiter, dass die Vorgänge bei der anderen Art im Wesentlichen dieselben sind. — Letzterer Beobachter sucht es auch wahrscheinlich zu machen, dass bei der gleichen Art auch Längstheilung auftrete. Er fand nämlich nicht selten Individuen mit zwei Kragen und Geisseln des Vorderendes, welche er geneigt ist, für beginnende Längstheilungsstadien zu halten. Da jedoch weiter fortgeschrittene Theilungszustände nicht beobachtet wurden, so ist eine andere Deutung dieser Individuen nicht ausgeschlossen; man darf wenigstens daran denken, sie aus Copulation abzuleiten.

Für die Craspedomonadinen wurde die Vermehrung durch Längstheilung zuerst von James-Clark und später von Stein auf das Sicherste erwiesen. Kent dagegen will sowohl bei Monosiga wie Salpingoeca häufig einen Quertheilungsprocess beobachtet haben, welcher in sehr eigenthümlicher Weise verlaufen soll. Für die Gattung Monosiga wird dieser Process nicht genauer geschildert, sondern nur kurz erwähnt, dass das zur Quertheilung übergehende Individuum zunächst seinen Kragen und die Geissel einziehe, worauf sich eine vordere Partie des Körpers abschnüre und nach Ausbildung einer Geissel in Form einer kleinen Monade wegschwimme, welche sich nach einiger Zeit festhefte und einen Stiel nebst Kragen ausbilde.

Bei Salpingoeca dagegen wird dieser Quertheilungsprocess in zweierlei Art beschrieben. Bei S. Amphoridium wird zu Beginn des Vorgangs zunächst Geissel und Kragen eingezogen (T. 49, 8b) und das Plasma dringt in Form einer Anzahl fingerartiger Pseudopodien aus der Gehäuseöffnung hervor (8c). Diese hervortretende amöboide Plasmamasse soll sich nun ablösen und in Gestalt einer kleinen sternförmigen Amöbe (8e) einige Zeit umherbewegen, sich alsdann wieder festheften und zu einer vollständigen Salpingoeca entwickeln. Statt solcher fingerförmiger

Pseudopodien sah Kent, wie schon früher erwähnt, zuweilen auch einen Kranz feiner strahlenartiger Pseudopodien aus der Mündung hervortreten. Auch bei S. fusiformis wird ein ähnliches Hervordringen des Plasmas, jedoch in mehr unregelmässig wurstförmiger Weise, nach Rückbildung des Kragens und der Geissel, beschrieben. Das vorgedrungene Plasma soll sich ablösen und der in dem Gehäuse gebliebene Theil wie bei S. amphoridium wieder zu einem völligen Individuum restituiren. Stein bildet bei seiner nahe verwandten S. Clarkii ein Individuum mit kugelförmig hervorgedrungenem Plasma ab, deutet es aber als ein nach der Abstossung des Halskragens zerfliessendes Thier.

Zweitheilungen im amöboiden geissel- und kragenlosen Zustand führt Kent auch von den Individuen der Protospongia an.

Die zweite Art der von Kent beobachteten Quertheilung wird am genauesten von der S. inquillata Kent beschrieben. Hier soll sich das aus der Gehäusemündung ziemlich hervorgetretene Thier zunächst in der Mitte nahezu durchschnüren, ohne dass Geissel und Kragen eingezogen würden. Dann erfolge die Einziehung des Kragens und erst etwas später auch die der Geissel. Hierauf würden die beiden, nun von einander getrennten Sprösslinge zwischen sich, in der Richtung der Längsaxe eine cylindrische zarte Plasmamasse entwickeln, einen Kragen, welcher sich zwischen den beiden Sprösslingen ausspanne. Bei der weiteren Entwicklung verbleibe dieser neugebildete Kragen ausschliesslich mit dem hinteren Sprössling in Verbindung, während sich der vordere Sprössling als eine geissellose Plasmakugel ablöse.

Wer die von Kent mitgetheilten Abbildungen der Stadien dieses Quertheilungsprocesses genauer betrachtet, wird zweifeln müssen, ob dieselben in der angegebenen Weise aufeinanderfolgen können. Auch von S. gracilis werden verschiedene Stadien eines entsprechenden Quertheilungsprocesses abgebildet.

Wenn ich nun auch nicht glaube, dass die Darstellung, welche Kent von der letztgeschilderten Art der Quertheilung bei Salpingoeca gibt, der Wirklichkeit ganz entspricht, so scheint mir daraus doch zu folgen, dass hier Quertheilung wirklich vorkommt. Für weniger sicher erachte ich dagegen den ersterwähnten Modus.

Längstheilung finden wir bei Codosiga und Salpingoeca und, wie wir aus den Koloniebildungen schliessen dürfen, sicherlich auch bei Codonocladium und Hirmidium (Desmarella Kent). Genauer bekannt wurde der Vorgang der Längstheilung nur für Codosiga Botrytis durch die schönen Untersuchungen von James-Clark; die Abbildungen, welche Stein von einigen Theilungsstadien dieser Art gibt, bestätigen die Angaben des amerikanischen Forschers auf das Beste. Es sind natürlich meist relativ grosse Individuen, welche sich theilen. Seltsamer Weise beginnt der Process damit, dass der Kragen eine ungefähr glockenförmige Gestalt annimmt und seine Endöffnung eine grössere Weite als

gewöhnlich erlangt. Diese Erweiterung ist jedenfalls nur ein Vorspiel seiner späteren Theilung. Die geschilderte Gestaltänderung wird durch eine Reihe Ausdehnungen und Zusammenziehungen des Kragens vermittelt, wobei er in eine Art vibrirender Bewegung geräth, ähnlich wie dies schon früher bei Schilderung der Contraction des Kragens nach James-Clark erwähnt wurde. Während der Körper sich im weiteren Verlauf des Processes verkürzt und verbreitert (T. 49, 16h), wird das Flagellum, welches zuvor eine gestreckte Form angenommen hat, rasch eingezogen. In etwa einer Minute schmilzt es zu einem kurzen und dicken Stumpf zusammen (16h, 16l), der sehr bald vollständig schwindet. Während der Körper sich weiter verbreitert, beginnt nun die Mündung des Kragens sich zu verengern, so dass derselbe allmählich eine cylindrische und schliesslich eine sich mehr und mehr zuspitzende keglige Gestalt annimmt (16i). Schon wenn der Kragen aber noch als ziemlich weit abgestutzter Kegel erscheint, beginnt die eigentliche Theilung des Körpers, indem auf dem Vorderende in der Kragenarea eine mittlere Längsfurche auftritt (16i), welche nun allmählich bis auf das hintere Ende fortschreitet; noch bevor sie dieses erreicht, haben sich die Vorderenden der beiden Sprösslinge schon auf eine kurze Strecke von einander gesondert (16k). Die Oeffnung des Kragens hat sich mittlerweile so verengt, dass derselbe spitzkegelig erscheint (16k). Erst wenn die Separirung der beiden Sprösslinge etwas über die Hälfte nach hinten fortgeschritten ist (nach Stein's Abbildungen zuweilen aber auch früher [16g, 16l]) beginnt der Kragen sich zu theilen und zwar, wie zu erwarten, von der Basis gegen den freien Rand fortschreitend. Zuvor hat sich seine Oeffnung jedoch wieder erweitert und diese Erweiterung macht während seiner Durchschnürung noch Fortschritte. Wenn die Theilung des Kragens etwa bis zur Hälfte geschehen ist, setzt sich die ihn einschnürende Furche schon bis zu seinem freien Rand fort und dieser erscheint daher von oben betrachtet ungefähr bisquitförmig (16g). Das erste Auftreten der neuen Geisseln der Sprösslinge fällt noch vor den Beginn der Kragentheilung. James-Clark sagt hierüber: „an jedem der abgerundeten Enden (der Sprösslinge) erscheint eine leichte Bewegung, ähnlich der Molekularbewegung eines Körnchens, und dann erhebt sich daselbst sehr rasch ein scharfer und deutlich fadenförmiger Auswuchs, welcher sich in einem Zustand constanter schwacher (narrow) Vibration oder einer Art Zitterns erhält". Diese Bewegung der Geisseln (16l) scheint bis zu ihrer völligen Ausbildung fortzudauern. Während sie nun weiter heranwachsen, setzt sich die Theilung des Kragens nach vorn bis zur völligen Trennung fort und nachdem der Körper bis zum Hinterende durchgeschnürt ist, geht die Theilung auf das hintere plasmatische Stielchen über (16f), welches schliesslich auch längsgespalten wird. Etwas unsicher scheint mir noch die Zeit des Auftretens der neuen contractilen Vacuolen der Sprösslinge zu sein. James-Clark bemerkt zwar, dass dieselben sich wahrscheinlich schon in dem Vorbereitungsstadium vermehrten, da er zu dieser Zeit drei Vacuolen

beobachtet haben will. Da nun aber sowohl auf seinen Abbildungen wie auf denen Stein's die 4 Vacuolen der Sprösslinge erst auf einem weit vorgerückten Theilungsstadium gezeichnet sind, so halte ich diese Angabe für etwas unsicher. James hat den ganzen Verlauf der Theilung an einem Individuum verfolgt; derselbe beanspruchte einen Zeitraum von 40 Minuten.

Bezüglich der Längstheilung bei Salpingoeca wissen wir aus den Abbildungen von Stein nicht viel mehr, als dass dieselbe vorkommt. Er beobachtete ein sicheres Endstadium derselben bei S. vaginicola. Die in der Hülle getheilten Sprösslinge hingen nur noch an den Hinterenden ein wenig zusammen (T. 49, 1b). Das hier weiche Gehäuse hatte sich verbreitert und war durch eine der Theilungsebene entsprechende Längsfurche eingeschnürt, so dass der Verdacht entsteht, es möge sich auch das Gehäuse hier theilen.

Einen etwas seltsamen Zustand, welchen Stein als Längstheilung deutet, bildet er bei S. oblonga ab. Derselbe ist auf T. 49, 9b wiedergegeben und halte ich es trotz der gegentheiligen Ansicht von Kent, welcher in ihm eher einen Copulations- oder Quertheilungszustand erkennen will, für wahrscheinlich, dass Stein's Ansicht die richtige ist. Die Entstehung dieses Zustandes müsste dann wohl so gedacht werden, dass das sich theilende Thier ziemlich weit aus dem Gehäuse hervorgeragt und sich dann wahrscheinlich etwas schief längsgetheilt hätte.

Wie schon bemerkt, lässt sich das Vorkommen der Längstheilung aus der Bildung der Kolonien bei Hirmidium Perty (= Desmarella Kent = Codonodesmus St.) sicher erschliessen. Es wird deshalb am Platze sein, auf diese bis jetzt noch nicht besprochenen Kolonien kurz einzugehen. Dieselben (T. 48, 17) sind freischwimmend und bestehen aus 4—11 zu einem schwach gebogenen, einreihigen Band, Seite an Seite zusammengefügten, gehäuselosen Individuen. Es kann, wie gesagt, keinem Zweifel unterliegen, dass die Bildung dieser Kolonien durch fortgesetzte Längstheilung geschieht, wobei die Theilungsebenen parallel bleiben. Die eintretende Krümmung rührt von der die Körperbreite übertreffenden Weite der Kragenmündung her. Wie Stein beobachtet hat, kann eine individuenreiche Kolonie des Hirmidium durch einfache Lösung des Zusammenhangs an einer gewissen Stelle in zwei zerfallen.

Copulation, Encystirung und damit zusammenhängende Fortpflanzungserscheinungen.

Von Copulations- oder Conjugationserscheinungen ist bis jetzt mit Sicherheit fast nichts ermittelt. Wir haben schon früher auf die Möglichkeit der Copulation bei Phalansterium hingewiesen und hier nur noch über einen von Stein beobachteten möglichen Copulationszustand der Codosiga Botrytis zu berichten. Derselbe (T. 48, 16m) betraf ein Individuum, aus dessen einer Seite sich ein zweites, etwas kleineres wie eine Knospe erhob. Auch ich möchte die Stein'sche Deutung, dass es

sich hier um die Copulation eines frei gewordenen Individuums mit einem sessilen handele, für recht wahrscheinlich erachten.

Das Vorkommen eines mit Encystirung verbundenen Ruhezustandes bei Phalansterium consociatum wurde schon von Cienkowsky entdeckt. Beim Uebergang in diesen Ruhezustand nehmen die Individuen Kugelgestalt an, Geissel und Kragen schwinden und das Körpervolum scheint sich gleichzeitig etwas zu vergrössern. Es wird dann eine, wie es scheint, ziemlich derbe Cystenmembran abgeschieden, welche anfänglich äusserlich ganz glatt ist, später aber eine kielartige Erhebung längs eines grössten Kreises der Kugel erhält. Zwei gegenüberstehende Pole dieses Kiels sind noch dadurch ausgezeichnet, dass sich in ihnen je ein kleines Häkchen erhebt.

Encystirungsprocesse der Craspedomonadinen wurden namentlich von Kent beschrieben. Ausser ihm hat nur Stein eine wohl unzweifelhafte Encystirung bei seiner Salpingoeca oblonga beobachtet. Der Körper des Thieres war innerhalb des Gehäuses zu einer geissel- und kragenlosen Kugel zusammengezogen (T. 49, 9a) und die Gehäusemündung durch ein häutiges Diaphragma geschlossen, ähnlich demjenigen, welches bei der Encystirung mancher beschalten Rhizopoden gebildet wird.

Kent, der die Encystirung bei einer ganzen Anzahl Salpingoecen beobachtet haben will, erwähnt nichts von einem solchen Diaphragma. Die von ihm beschriebenen Encystirungszustände erscheinen gleichfalls als kuglige bis ovale Plasmakörper innerhalb der Gehäuse, um welche jedoch auf fast keiner der Abbildungen eine besondere Cystenhülle angegeben wird (T. 49, 8a). Nur an den kugligen Cysten der Salpingoeca Infusionum ist eine ziemlich dicke Haut deutlich gezeichnet (T. 49, 13e); doch scheint aus der sehr kurzen Darstellung hervorzugehen, dass diese Cysten nicht in den Gehäusen, sondern frei gefunden wurden, was ihre Herkunft vielleicht etwas zweifelhaft macht. In mehreren Fällen beobachtete Kent vor der Encystirung, nachdem Kragen und Geissel geschwunden sind, einen amöboiden Zustand; genauer beschrieben wird derselbe bei S. fusiformis und Protospongia (T. 49; 11, a); auch für Codosiga wird derselbe behauptet, doch sicherlich irrthümlich, da die kurzen, stachelartigen Pseudopodien, welche Kent über die ganze Oberfläche dieser Formen bei kragentragenden wie kragenlosen Individuen sich erheben sah (T. 48, 16n) *), sicherlich nichts anderes, wie der von Bütschli und Stein geschilderte Bacterienbesatz war, eine Ansicht, welche Kent ursprünglich selbst vertrat.

Die Cysten der Codosiga Botrytis werden als birnförmig, auf den Stielen befestigt und mit feiner Haut versehen, geschildert (T. 48, 16o).

Kent sucht nun nachzuweisen, dass der Encystirungsprocess gewöhnlich mit einer Vermehrung verbunden sei, indem der Cysteninhalt in eine

*) Auf dieser von Kent 1882 genommenen Abbildung sind die den Besatz bildenden Stäbchen viel zu dick und plump gezeichnet. Naturgetreuere Darstellungen findet man bei Bütschli (171) und Stein (167).

grössere oder geringere Anzahl nackter Sporen oder Keime zerfalle. Am genauesten wurde dieser Vorgang bei S. fusiformis dargestellt (166 und 182). Die Abbildungen zeigen einen successiven Zerfall des ruhenden Organismus, erst in 4 und schliesslich in einen kugligen Haufen vieler kleiner Sprösslinge (T. 49, 7a). Bei anderen Salpingoecen werden Stadien eines ähnlichen Vermehrungsprocesses abgebildet, so bei den angeblichen Cysten von S. Infusionum (T. 49, 13c), wo etwa acht Sprösslinge angegeben sind. In Haufen kleinerer oder grösserer Sporen sollen auch die ruhenden Zustände bei Protospongia zerfallen (T. 49, 11, Cy), ebenso der Cysteninhalt bei Codosiga Botrytis (T. 48, 16o), während bei Codonocladium cymosum bis jetzt nur eine Zweitheilung des Inhalts beobachtet wurde. Die Keime oder Sporen sollen schliesslich in Gestalt sehr kleiner eingeisseliger Monaden frei werden (T. 49, 7b, 13f), um sich nach einiger Zeit des Umherschwärmens festzuheften und sich unter allmählicher Entwicklung der fehlenden Organe zu vollständigen Thieren auszubilden.

Bei der koloniebildenden Protospongia siedeln sich die jungen aus den Sporen hervorgegangenen Individuen entweder zwischen den Erwachsenen an und vergrössern so die Individuenzahl der Kolonie oder entfernen sich von der Mutterkolonie, um neue zu gründen. Etwas eigenthümlich wird die Weiterentwicklung der monadenförmigen Larve des S. Infusionum geschildert und mag deshalb hier noch speciell erwähnt werden. Dieselbe bildet einen Stiel und den fehlenden Kragen aus (T. 49, 13c); dann erst entsteht das Gehäuse, während welcher Arbeit jedoch der erstgebildete Kragen und die Geissel wieder eingezogen werden sollen (T. 49, 13d). Das in Entwicklung begriffene Gehäuse wird hier, wie bei S. inquillata als eine das ganze Thier umgebende, geschlossene Hülle dargestellt.

3. System der Choanoflagellata. Versuche einer systematischen Gruppirung der Formen unserer Abtheilung liegen bis jetzt nur von Stein und Kent vor. Der erstere führt unsere Craspedomonadina als besondere Familie der Flagellaten auf, vereinigte dagegen, wie bemerkt, die Gattung Phalansterium wegen ihrer Stockbildung mit der Flagellatenfamilie der Spongomonadina. Bei Kent bilden die Choanoflagellaten eine besondere Ordnung der Flagellata, welche jedoch auch noch die gesammte umfangreiche Abtheilung der Spongien umfasst. Er unterscheidet daher in dieser Ordnung zwei Sectionen: 1) die Discostomata-Gymnozoida, d. h. unsere Choanoflagellata und 2) die Discostomata-Sarcocrypta oder die Spongida. Ich habe nun schon früher (171) und auch in der historischen Einleitung dieses Abschnittes ausgeführt, dass ich die genetischen Beziehungen der Spongien zu unseren Choanoflagellaten nicht verkenne. Dies Anerkenntniss zwingt nun aber nicht, auch die gesammte Abtheilung der Spongien in den Kreis der Mastigophoren zu ziehen, so wenig wie wir alle einzelligen und mehrzelligen Algen, welche aus flagellatenartigen Formen abzuleiten sein dürften, mit den letzteren ver-

einigen können und ebensowenig als man etwa die Gruppe der Mollusken mit den Würmern vereinigt, weil man die Ueberzeugung besitzt, dass dieselbe genetisch mit einfachen Wurmformen zusammenhängt. Die Spongiengruppe bietet so viel Eigenthümliches und ist in sich vorerst so wohl geschlossen, dass wir sie als selbstständige Gruppe aus dem Kreis der Protozoën ausscheiden müssen. Wir sind ja in gleicher Weise der Ueberzeugung, dass auch die übrigen Metazoën aus Protozoën und wahrscheinlich den Flagellaten hervorgegangen sind.

In der Bildung systematischer Untergruppen weichen wir in manchen Puncten von Kent ab, wie dies aus der speciellen Darstellung hervorgehen wird.

1. Familie. Phalansterina Kent (emend. Bütschli).

Individuen oval bis länglich oval. Die Basis der Geissel von einem kurzen und engen kegelförmigen, gestaltbeständigen Kragen umgeben. Vermehrung durch Quertheilung (Längstheilung fraglich). Koloniebildend, indem jedes Individuum eine stark körnige Schleimröhre um sich ausscheidet. Die Schleimröhren bilden entweder eine auf der Unterlage flach scheibenförmig ausgebreitete Kolonie, in welcher die Einzelröhren radial um das Centrum geordnet sind, oder einen sich frei erhebenden dichotomisch verzweigten Stock, dessen Aeste von je einer Röhre gebildet werden. Die Individuen sitzen zu ein bis zweien in jeder Röhre und meist ziemlich von deren Mündung zurückgezogen. Encystirung beobachtet.

Phalansterium Cienkowsky 1870 (emend. Stein 1878).

Synon.: ? Calia, Werneck (38); Monas (consociata Fresenius 102).

T. 48, Fig. 14—15.

Charactere der Familie. Länge der Individuen bis 0,003 Mm. Süsswasser. 2 Arten. Deutschland und Russland.

2. Familie. Craspedomonadina Stein 1878.

Individuen kuglig bis langgestreckt, mit ansehnlichem, gestaltveränderlichem und im ausgebreiteten Zustand umgekehrt kegelförmigem Kragen. Solitär oder stockbildend. Länge der Einzelthiere ohne Kragen 0,005—0,035 Mm.

1. Unterfamilie. Codonosiginae Kent (Familie, Kent).

Individuen nackt, oder nur mit Andeutung eines unvollkommenen Gehäuses, oder in gallertartige Hülle eingebettet.

Monosiga Kent 1880.

Stets solitär. Individuen mit dem Hinterende direct oder mittels eines mehr oder weniger ausgebildeten Stiels festgeheftet.

Süss- und Salzwasser. Europa. Kent führt 9 Arten auf, doch wird es schwer sein, dieselben von jugendlichen Formen der folgenden Gattungen zu unterscheiden.

Codosiga James-Clark 1867; Bütschli 171; Kent 138 und 182 p. p.; Robin 185.

Synon.: Epistylis (Botrytis) Ehrenberg (32); Anthophysa (solitaria) Fresenius (102); Codonosiga Stein (167).

T. 48, Fig. 16.

Unterscheidet sich von Monosiga dadurch, dass die durch Längstheilung sich vermehrenden Individuen auf dem Ende des einfachen Stieles in einer Kolonialdolde vereinigt bleiben. Individuenzahl einer Kolonie bis 20 und mehr, gewöhnlich aber weniger.

Nach Kent Vermehrung durch Encystirung und Sporulation. Süss- und Salzwasser. Eine sichere Art. Europa und Nordamerika.

? Asterosiga Kent 1880.

Synon.: Uvella disjuncta From. (146).

Zweifelhafte Gattung; etwa wie eine von ihrem Stiel losgelöste, freischwimmende Kolonialdolde von Codosiga oder Codonocladium erscheinend. Nur auf die unzuverlässigen Angaben bei Fromentel gegründet.

Codonocladium Stein 1878; Entz (Termeszetrajzi Füzetek, Vol. 7, 1883).

Synon.: Epistylis Tatem (126); Codosiga Kent pr. p. (138 und 182).

T. 49, Fig. 5.

Unterscheidet sich dadurch von Codosiga, dass die Individuen nach der Vermehrung durch Theilung secundäre Stiele ausscheiden, wodurch ein verästeltes Stielgerüst erzeugt wird, auf dessen Astenden Einzelindividuen oder Dolden von Individuen sitzen. Die Verzweigung des Stielgerüstes geschieht entweder doldig oder unregelmässig dichotomisch. Encystirung nach Kent. Etwas abweichend verhält sich das von Entz beschriebene C. corymbosum, weil dessen Individuen an ihrer hinteren Hälfte die Anlage eines unvollständigen Gehäuses besitzen, wie früher geschildert wurde.

Süss- und Salzwasser. Europa. Zahl der sicheren Arten 3—4.

Hirmidium Perty 1852.*)

Synon.: Desmarella Kent (165, 166 und 182); Codonodesmus Stein (167).

T. 48, Fig. 17.

Freischwimmende Kolonien aus bis 11 ungestielten Individuen zusammengesetzt, welche Seite an Seite zu einem schwach bogenförmig

*) Die Identificirung des Perty'schen Hirmidium inane mit den von Stein und Kent beschriebenen Formen scheint mir zwar nicht absolut sicher, jedoch so sehr wahrscheinlich, dass ich den Perty'schen Namen gewählt habe. Der einzige ernstliche Zweifel an der Identität der Perty'schen Form gründet sich auf die grüne Farbe, welche sie besitzen soll. Doch kann bei einem so kleinen Object das Mikroskop leicht eine solche Farbe vorgetäuscht haben.

gekrümmten Band vereinigt sind. Zerfall grösserer Kolonien in zwei von geringerer Individuenzahl beobachtet.

Süss- und Salzwasser. 1 Art. Europa.

Protospongia Kent 1880. Oxley (Journ. roy. micr. soc. [2] VI.)*)
T. 49, Fig. 11.

Individuen ungestielt, bis zu 60 und mehr in ziemlich gleichen Abständen in eine sehr flach ausgebreitete, mehr oder wenig unregelmässige Gallertscheibe von fast hyaliner Beschaffenheit vereinigt. Die Thiere gehen sehr leicht, unter Einziehung des Kragens und der Geissel in einen amöboiden Zustand über. Encystirung und Sporulation nach Kent.

Süsswasser. 1 Art. Europa.

2. Unterfamilie. Salpingoecina Kent (Familie, Kent).

Die Individuen bilden ein im Allgemeinen dünnwandiges, meist häutiges Gehäuse von sehr manigfaltiger Gestalt. Solitär oder stockbildend.

Salpingoeca James-Clark 1867; Kent (138, 163, 165, 166 und 182); Bütschli 170; Stein 167; Vedjowsky (Org. d. Brunnengew. von Prag, 1882).
T. 49, Fig. 1—2, 4—10 und 13.

Gehäuse sehr manigfaltig, im Allgemeinen ei- bis pokalförmig, auch ballonförmig oder cylindrisch. Mit dem Hinterende direct oder mittels eines Stieles aufgewachsen. Stets solitär. Vermehrung durch Längstheilung; wahrscheinlich auch Quertheilung nach Kent. Encystirung im Gehäuse; nach Kent mit Sporulation.

Süss- und Salzwasser. Artenzahl ca. 27; doch scheinen sich scharfe Grenzen zwischen den Arten schwer ziehen zu lassen. Europa und Nordamerika.

? Lagenoeca Kent 1880.

Zweifelhafte Gattung, welche sich von Salpingoeca nur durch freies Umherschwimmen unterscheiden soll. Da aber Stein beobachtet hat, dass sich auch Salpingoecaformen zuweilen loslösen, so muss die auf ein einziges beobachtetes Individuum gegründete Gattung zur Zeit noch unsicher erscheinen. Süsswasser. Europa. 1 Art.

Polyoeca Kent 1880.
T. 49, Fig. 12.

Unterscheidet sich von Salpingoeca nur durch Stockbildung nach Art des Poteriodendron oder Dinobryon, indem die jüngeren Kolonialindividuen sich mit ihren Stielen auf der Mündung der Gehäuse der älteren befestigen.

Marin. Nordsee. 1 Art.

4. Einige Bemerkungen über gewisse Lebensverhältnisse der Choanoflagellaten. Choanoflagellaten werden, wie be-

*) Es war mir nicht mehr möglich, diese jüngst erschienene Mittheilung einzusehen. Dieselbe enthält die Beschreibung einer zweiten Art.

merkt, nicht selten im Süsswasser und Meer gefunden, auch in Aufgüssen wurden einige beobachtet. Als meist sessile Wesen befestigen sie sich auf den verschiedensten Gegenständen: Algen, Wasserlinsen, Volvox, Räderthieren, namentlich gern auch auf den Stielen der Vorticellen und s. f. Manche Formen findet man häufig in zahlreichen Gesellschaften dicht beisammen. Wie erwähnt, wurde auch mehrfach beobachtet, dass einzelne sessile Individuen sich ablösen und frei umherschwimmen, namentlich für die häufige Codosiga wurde dies verzeichnet und Stein sah auch Salpingoeca Convallaria mit sammt dem Gehäuse sich ablösen und frei umherschwimmen. Hierbei zeigt sich nun die interessante Erscheinung, dass die Choanoflagellaten ihr Geisselende beim Schwimmen nach hinten richten, umgekehrt wie die allermeisten Flagellaten und man erkennt leicht, dass diese Bewegungsweise hier auch die vortheilhaftere ist, weil der nach vorn gerichtete Kragen ein grosses Hinderniss für die Vorwärtsbewegung bilden würde.

Die Choanoflagellaten ernähren sich auf entschieden thierische Weise und wegen ihrer Kleinheit kommen natürlich nur recht kleine Nahrungskörper in Betracht, vorzugsweise Schizomyceten. Das Vorkommen saprophytischer Ernährung neben der thierischen dürfte jedoch auch bei diesen Wesen nicht ausgeschlossen sein. Gewisse Schizomyceten siedeln sich, wie erwähnt, auch auf der Oberfläche einiger Choanoflagellaten an, man trifft zuweilen Codosiga- und Codonocladiumindividuen, deren Körper und Kragen mit kleinen, senkrecht auf die Oberfläche gestellten Bacterienstäbchen dicht besetzt ist.

3. Unterabtheilung (Ordnung) Dinoflagellata.

(Cilioflagellata früher p. 619, Peridinea Klebs 1883, Arthrodele Flagellaten Stein 1883).

1. Historische Uebersicht der Entwickelung unserer Kenntnisse dieser Abtheilung.

Im Allgemeinen sind es dieselben Forscher, welche wir schon in der Geschichte der Flagellaten namhaft machten, denen wir auch unsere Kenntnisse der Dinoflagellaten verdanken; es stimmt daher auch der Verlauf des allmählichen Fortschrittes unserer Erkenntniss der vorliegenden Abtheilung im Wesentlichen mit dem schon geschilderten der Flagellaten überein und die wechselnden Anschauungen, welche sich bezüglich letzterer Gruppe im Laufe der Zeit geltend machten, mussten auch auf die kleinere und nahe verwandte Abtheilung der Dinoflagellata ihren Einfluss ausüben. Wir können uns deshalb in der Darstellung dieses Abschnittes kurz fassen.

Die ersten Mittheilungen über Dinoflagellaten rühren von O. F. Müller her, welcher schon im Jahre 1773*) zwei Süsswasserformen als Bursaria Hirundinella und Vorticella cincta beschrieb. 1777**) konnte er in dem „Prodromus der Zoologia danica" eine dritte marine Form als Cercaria Tripos aufführen. Diese drei Formen wurden dann in dem Hauptwerk 1786 (1) nochmals verzeichnet und abgebildet. Schon aus den mitgetheilten Namen geht hervor, dass Müller so ungenügende Vorstellungen von den entdeckten Formen hatte, dass ihm nicht einmal ihre Zusammengehörigkeit klar wurde. Bursaria Hirundinella und Cercaria Tripos sind Angehörige der Gattung Ceratium, Vorticella cincta dagegen gehört zu Peridinium und ob darunter, wie Bergh meint, zwei verschiedene Formen vermischt sind, scheint mir nicht wohl entscheidbar.

Müller's Verständniss der Organisation war bei den einzelnen Formen ziemlich verschieden. Während er bei Cer. Hirundinella die Hülle bestimmt

*) Historia vermium terrestr. et fluviatil. Hauniae 1773. V. I. p. 63—64 und p. 98—99.
**) Zoologiae Danicae prodromus. Hauniae 1777. p. 266.

erwähnt und auch schon den Bauchausschnitt derselben ohne Zweifel sah, gedenkt er bei den beiden anderen der Hülle nicht. Die Querfurche sah er sowohl bei C. Hirundinella wie bei Peridinium, dagegen bei Cer. Tripos nicht. Von der Geisselbewaffnung hat er kaum etwas gesehen. Bei Cer. Hirundinella ist gar keine Rede von Cilien oder Geisseln, bei Cer. Tripos dagegen vermuthete er auf der Unterseite verborgene Cilien und bei Peridinium gelang es ihm jedenfalls, etwas von der Bewegung in der Querfurche zu sehen, ja er sprach sogar die Vermuthung aus, dass letztere vielleicht von verschmolznen Cilien gebildet werde. Doch ist seine Beschreibung, speciell bei Peridinium, recht unklar, so dass es nicht gelingen will, seine Auffassung völlig zu verstehen. Von Müller rührt auch die bis in die neueste Zeit herrschend gebliebene irrthümliche Orientirung unserer Formen her; während er nämlich bei Cer. Hirundinella das bei der Bewegung vorangehende Ende richtig als das vordere bezeichnete, giebt er Cer. Tripos eine umgekehrte Stellung, worin ihm dann Ehrenberg, Claparède und Lachmann, sowie Andere folgten.

Im Jahre 1793 beschrieb auch Schrank (2) eine Dinoflagellate unter dem Namen Ceratium tetraceras und errichtete damit gleichzeitig die erste noch heute gültige Gattung unserer Abtheilung. 1802 (3) schilderte er noch eine zweite Art dieser Gattung als Cer. macroceras, welche wohl mit Müller's Cer. Hirundinella identisch ist. Zur Kenntniss der Organisationsverhältnisse, namentlich der Bewegungsorgane trug Schrank nichts bei.

Während Nitzsch 1817*) die Zugehörigkeit von Müller's Cercaria Tripos zu der Schrank'chen Gattung Ceratium richtig erkannte, glaubte Bory de Vincent 1824**) diese Form wie die Müller'sche Bursaria Hirundinella zu Typen zweier neuer Gattungen erheben zu sollen, ohne dadurch zu ihrem besseren Verständniss etwas beizutragen.

Erst im Jahre 1830 wurde unser Wissen von den Dinoflagellaten in dankenswerther Weise durch die Forschungen, welche der Arzt Michaelis (4) über das Meeresleuchten in der Kieler Bucht anstellte, bereichert. Da diese Beobachtungen nicht von einem Zoologen ausgingen und auch ihren Schwerpunct in der Ermittelung der Ursachen und Bedingungen des Meerleuchtens fanden, so ist es erklärlich, dass sich ihr Verfasser nicht eingehender mit der Erörterung und Feststellung der zoologischen Natur der beobachteten Wesen beschäftigte. Dennoch sind seine Abbildungen so getreu, dass sich einige derselben mit Sicherheit deuten lassen. Indem Michaelis sich überzeugte, dass das Leuchten der Ostsee von thierischen Wesen bewirkt wird, stellte er gleichzeitig fest, dass die gewöhnlichsten Leuchtwesen dieses Meeres Dinoflagellaten sind. Als sicher leuchtend beobachtete er eine bis dahin noch nicht bekannte Form,

*) Beitr. z. Infusorienkunde oder Naturbeschr. der Zerkarien und Bacillarien. Neue Schriften der naturf. Gesellsch. zu Halle. Bd. III. 1817. p. 4.

**) Encyclopédie method. Zoophytes 1824. p. 454 und 753.

welche er als Volvox bezeichnete und die nach der Abbildung Peridinium divergens ist; weiterhin führte er, wegen ihrer grossen Häufigkeit im leuchtenden Seewasser, als leuchtende Formen noch auf: das Ceratium Tripos Müller's und zwei weitere zuerst von ihm entdeckte Arten, sog. Cercarien, von welchen die eine Ceratium Fusus, die andere Prorocentrum micans war. Ausserdem lässt sich auf seinen Abbildungen noch deutlich eine Dinophysis erkennen, welche er nicht weiter bezeichnete. Wie gesagt, sind seine Figuren recht gut, ja es ist auf denselben einiges angedeutet, was erst später genauer erkannt wurde; so finden wir bei nicht wenigen der abgebildeten Cer. Tripos die hintere Geissel angegeben, wenn auch in der Gestalt mehrerer Fäden, ein Irrthum, in welchen bekanntlich auch Ehrenberg bei der Untersuchung der Flagellaten zuerst verfiel. Noch interessanter erscheint, dass er sowohl bei Cer. Tripos wie Fusus schon das Zusammenhängen zweier Individuen abbildete, was erst in neuester Zeit von Murray und Pouchet genauer erkannt wurde. Die eingehenden Untersuchungen Michaelis' über die Einflüsse verschiedener Agentien chemischer und anderer Natur auf das Meerleuchten interessiren uns hier nicht weiter und werden auch später noch kurz zu erwähnen sein.

Schon vor der Publication der eben geschilderten Untersuchungen von Michaelis hatte auch Ehrenberg seine Aufmerksamkeit den Dinoflagellaten zugewendet und seinen Bestrebungen verdanken wir eine in vieler Hinsicht verbesserte und erweiterte Kenntniss derselben. 1830*) waren ihm erst zwei Formen bekannt geworden, welche er mit der Gattung Cyclidium in einer besonderen Familie der Epitricha unter seinen Anentera vereinigte, indem er für sie eine neue Gattung Peridinium errichtete. Damals hielt er sie für nackt und von der Geisselbewaffnung war ihm noch nicht viel bekannt, da seine Diagnose auf ein allgemeines in queren Reihen geordnetes Wimperkleid hindeutet. 1831**), wo er noch zwei weitere Arten aufgefunden hatte, stellte er die Peridinien unter die gepanzerten Formen und verblieb auch in der späteren Zeit der Ansicht, dass alle ihm bekannten Dinoflagellaten mit einer Panzerhülle versehen seien. Jetzt wird auch ein doppelter Wimperkranz in der Querfurche beschrieben.

Das Studium der marinen Formen, auf welche die Forschungen Michaelis' Ehrenberg hinleiteten, förderte ihn in der Erkenntniss der Dinoflagellaten beträchtlich. 1833 und 1834***) konnte er daher nicht nur die von Michaelis abgebildeten Formen als Angehörige seiner Gattung Peridinium deuten, sondern auch mehrere neue Arten aus der Ostsee beschreiben. Namentlich gelang es ihm nun, bei einem Theil der marinen wie der Süsswasserformen einen Rüssel, die hintere Geissel, zu finden, und daher vermuthet er denn auch an der Basis derselben einen Mund. Den Ursprung dieser Geissel vermochte

*) Abhandl. der Berliner Akad. a. d. J. 1830. p. 38.

**) ibidem. a. d. J. 1831. p. 74—75.

***) Abhandl. der Berliner Akad. a. d. J. 1833. p. 270 — 272 und p. 307; die Abbildungen hierzu ibidem a. d. J. 1834 auf T. II.

er nicht richtig festzustellen; er lässt sie irriger Weise stets am Hinterende der Längsfurche entspringen. Uebrigens war er hinsichtlich der Orientirung der Formen etwas unsicher, da er, wie erwähnt, das Cer. Tripos und Furca verkehrt, dagegen andere, wie Peridinium Michaelis und Glenodinium fuscum richtig orientirte. Bei letzterer Form, welche in der gleichen Abhandlung auch beschrieben wurde, beobachtete er die Längsfurche recht wohl, dagegen nicht die hintere Geissel, sondern stattete auch die Längsfurche mit zwei Cilienreihen aus. Das Prorocentrum micans, welches Michaelis als eine Cercarie abgebildet hatte, wurde gleichzeitig von Ehrenberg genauer studirt, jedoch, dem damaligen Standpunct der Kenntnisse ganz entsprechend, nicht der Familie der Peridineen, sondern der der Cryptomonaden, zugesellt, da er die Querfurche und den Wimperkranz bei demselben vermisste, dagegen schon eine Geissel beobachtete. Dieses Verfahren kann man bei dem damaligen Stand der Forschung, wie gesagt, nur billigen. Dass Ehrenberg die wohl beobachteten Chromatophoren der marinen Formen als Ovarien deutete und den Kern, welchen er nur bei Cer. Tripos bemerkte, als Samendrüse auffasste, ist nach seinen schon bei den Flagellaten geschilderten Vorstellungen selbstverständlich. Auch die Deutung von Vacuolen als Mägen schliesst sich dem an.

Eine Bereicherung aus dem Jahre 1835*) bildet die Entdeckung eines Augenflecks bei Glenodinium cinctum, welche zur Errichtung dieser Gattung führte, wenn sich dieselbe auch später, wenigstens in diesem Sinne, nicht erhalten liess. Schon im folgenden Jahr**) gelang es, die Dinoflagellaten auch im fossilen Zustand in den Feuersteinen der Kreide aufzufinden und gleichzeitig gewisse von Ehrenberg zu den Desmidiaceen gestellte Formen, sog. Xanthidien, lebend und an dem gleichen Ort auch fossil zu beobachten, Formen, welche Stein in neuester Zeit gleichfalls den Dinoflagellaten zuzählen möchte. Diese Forschungen über fossile Dinoflagellaten wurden später in der 1854 erchienenen Mikrogeologie noch vervollständigt, wo übrigens auch einige lebende Formen abgebildet sind.

In dem 1838 (5) erschienenen Hauptwerk fasste Ehrenberg seine Erfahrungen zusammen und berichtete ferner, dass ihm bei gewissen Formen die Fütterung mit Indigo gelungen sei, was denn auch für sein Peridinium pulvisculus nicht unwahrscheinlich ist. Hier erfahren wir auch zuerst einiges über die Fortpflanzung, indem bewegliche angebliche Längstheilungszustände bei drei Arten geschildert werden. Welche Bedeutung denselben zukommt, ist leider zur Stunde noch nicht ganz aufgeklärt, und soll später eingehend erörtert werden.

In der Beurtheilung der allgemeinen Stellung und Verwandtschaft der Dinoflagellaten war Ehrenberg ebensowenig glücklich wie hinsichtlich

*) Ibid. a. d. J. 1835. p. 174.
**) Ibid. a. d. J. 1836. p. 109.

der Flagellaten. 1838 fasste er die bekannten Formen, mit Ausnahme des Prorocentrum, das bekanntlich zu den Cryptomonaden gezogen wurde, in eine Familie der Peridinaea zusammen, reihte in dieselbe aber auch eine Anzahl Trachelomonasarten ein, indem er ohne Zweifel die Borstenbedeckung, welche die Hülle bei dieser Gattung zuweilen zeigt, mit den Cilien der Dinoflagellaten in eine Reihe stellte. Die Familie der Peridinaea bildete die letzte unter den Anentera und auf sie folgte gleich als erste der Enterodela die der Vorticellina, so dass auch Ehrenberg wohl schon der Ansicht war, es leiteten die Dinoflagellata zu den peritrichen Ciliaten über.

Wir dürfen hier gleich der späteren Arbeiten Ehrenberg's gedenken, weil er sich bekanntlich zu einer Aenderung seines Standpunctes von 1838 nicht entschliessen konnte. Im Jahre 1839 (6) entdeckte er die wichtige Gattung Dinophysis. Seine verschiedenen späteren Mittheilungen von 1840—1873 beschränken sich lediglich auf die Aufstellung der Diagnosen neuer oder für neu gehaltener Arten. Nur die Publication von 1859 enthält auch eigene Beobachtungen über das Leuchtvermögen gewisser Formen des Mittelmeeres.

In den von Ehrenberg referirten Mittheilungen Werneck's (1841, 8) finden sich einige Bemerkungen über Angehörige unserer Gruppe. Zwar will uns die Beobachtung eines Afters bei Prorocentrum und des Lebendiggebärens bei Peridinium und Glenodinium heutzutage nicht recht plausibel erscheinen, dagegen beansprucht das hier zuerst mitgetheilte Vorkommen mariner Formen im süssen Wasser grösseres Interesse, da sich dieser Angabe später bestätigende von Cohn (1850), Pringsheim (bei Claparède und Lachmann) und Maggi (1880) anschlossen. Wir werden dieselben übrigens später kritisch zu untersuchen haben.

Wenngleich sich in dem Werk Dujardin's (9) keine eigenen Beobachtungen über Dinoflagellaten finden, so musste der französische Forscher doch bei der richtigeren Vorstellung, welche er von seiner Gruppe der Flagelliferen hatte, auch zu einer natürlicheren Beurtheilung der Stellung der Peridineen kommen. Zunächst schied er mit richtiger Erkenntniss die Trachelomonaden aus der Familie aus und stellte dieselbe als die letzte in die Abtheilung seiner flagelliferen Infusorien, welche, wie früher bemerkt, unseren Mastigophoren entspricht.

Zur Vermehrung unserer Erfahrungen über die geographische Verbreitung trug Bailey 1850 (18) durch seine Untersuchungen in Nordamerika bei und besprach 1855 (17) auch zwei marine Formen. Nur in geographisch faunistischer Beziehung haben auch die Beobachtungen Schmarda's über egyptische Formen Interesse, welche deshalb auch gleich an dieser Stelle erwähnt werden mögen (1854, 16).

Ausgedehntere Untersuchungen über die Süsswasserformen konnte Perty im Jahre 1852 (12) mittheilen, doch haben dieselben weder in systematischer noch anatomischer Hinsicht den Stand unserer Kenntnisse wesentlich gefördert. Die allgemeinen Vorstellungen Perty's über die

Organisation der Dinoflagellaten waren dieselben, welche auch schon bezüglich der Flagellaten hervorgehoben wurden (vergl. p. 637). Erwähnenswerth scheint, dass er zuerst auf das Vorkommen nackter Formen aufmerksam machte und die richtige Orientirung gegenüber Ehrenberg betonte. Sog. Längstheilungszustände werden von ihm bei zwei Arten beschrieben und bei Peridinium tabulatum scheint er auch die Encystirung schon beobachtet zu haben. Recht verwirrt sind seine systematischen Bestrebungen und die neu aufgestellten Arten wohl durchaus unhaltbar.

Einer kurzen Notiz von Allman aus dem Jahre 1855 (19) verdanken wir einige nennenswerthe Fortschritte, jedoch verbunden mit einer ganz unverständlichen Angabe. Bei einer zu Glenodinium oder Peridinium gehörigen (als Per. uberrimum bezeichneten) Süsswasserform konnte der englische Forscher einmal zuerst die richtige Insertion der Längsfurchengeissel am Vorderende der Längsfurche feststellen und weiterhin den Nachweis des Kernes mit aller Schärfe führen, wobei er auch zuerst etwas von der bemerkenswerthen Kernstructur der Dinoflagellaten sah. Ferner gelang es ihm, das häufige Vorkommen von Ruhezuständen zu erweisen. Unsicherer dagegen erscheint seine Angabe über die Fortpflanzung durch Quertheilung und ganz unglaublich die Behauptung, dass der ganze Körper mit Ausnahme der Furchen von einem dichten Wimperkleide überzogen sei. Es soll erst später versucht werden, diese Angabe zu kritisiren.

In mancher Hinsicht an die eben erwähnten erinnernde Beobachtungen theilte Carter 1858 (18) über ein marines Peridinium der Küsten von Bombay mit. Als wichtigstes Ergebniss seiner Untersuchungen muss hier hervorgehoben werden, dass auch er den Uebergang in den ruhenden Zustand als regelmässige Erscheinung in dem Entwickelungsgang seines Per. sanguineum beobachtete und dabei die ursprünglich grüne Farbe desselben durch reichliche Bildung eines rothen Oeles in tiefes Roth übergehen sah, so dass dadurch eine Rothfärbung des Seewassers verursacht wurde. Wichtiger erscheint, dass er zuerst Theilung im ruhenden Zustand feststellte. Er wies auch schon richtig auf die Beziehungen, welche sich in diesem Entwickelungsgang mit dem gewisser Flagellaten und einzelliger Algen verrathen, hin, wenn wir ihm auch darin nicht völlig beistimmen können, dass er die rein pflanzliche Natur der Peridinien damit für erwiesen erachtete. Besonders wichtig erscheint weiter, dass er zuerst die Cellulosereaction der Hülle der ruhenden Formen feststellte. Leider fehlen der Abhandlung Abbildungen, weshalb eine sichere Vergleichung der beobachteten Form mit anderen nicht wohl möglich ist. Eine spätere Notiz von Carter (1871, 22) hat nur für die geographische Verbreitung Interesse.

Viel hervorragender als alle seither besprochnen, auf Ehrenberg folgenden Abhandlungen erscheint die Bearbeitung der Dinoflagellaten, welche Claparède und Lachmann in ihrem bekannten Infusorienwerk 1858 bis 1861 (21) veröffentlichten. In der Erkenntniss der Organisation zwar kamen sie nicht wesentlich über Ehrenberg hinaus, wenn sie auch

manches genauer darstellten. Den Ursprung der hinteren Geissel erkannten sie z. Th. richtig und fanden auch bei Ceratium cornutum zuweilen zwei Geisseln, was im Hinblick auf die neueren Erfahrungen interessant ist. Die nahe Verwandtschaft des Prorocentrum mit den übrigen Dinoflagellaten wurde ihnen klar und sie vereinigten diese Gattung deshalb mit unserer Gruppe, welche sie durch die Entdeckung der wichtigen Gattung Amphidinium, sowie einer Anzahl neuer mariner Arten bereicherten. Mit Recht erhoben sie die Gruppe auf Grund der damaligen Erfahrungen zu einer selbstständigen der Cilioflagellaten, welche eine zwischen den Flagellaten und Ciliaten vermittelnde Stellung einnehmen sollte. Wichtiger als die eben aufgeführten Ergebnisse sind die, welche die beiden Forscher auf dem Gebiet der Fortpflanzung und Entwicklung erzielten, worüber sie der Pariser Akademie schon im Jahre 1857 einen Bericht vorlegen konnten. Sie glaubten die Beobachtungen Ehrenberg's und Perty's über Längstheilung bestätigen zu können und vermehrten namentlich unser Wissen von den Ruhezuständen. Ihnen verdankt man die erste Bekanntschaft mit den sog. gehörnten Cysten der Peridinien, welche leider heute noch nicht sicher aufgeklärt sind. Das Vorkommen nackter, beweglicher wie ruhender Formen wurde von ihnen bestätigt, doch hielten sie dieselben sämmtlich für vorübergehende Zustände umhüllter Arten. Im Allgemeinen macht sich bei ihren Studien über die Entwickelung störend geltend, dass dieselben nicht auf zusammenhängenden Beobachtungen basiren, sondern gelegentlich Gefundenes zusammenstellen.

Auf Claparède und Lachmann's Werk folgte ein Zeitraum von fast 20 Jahren, welcher für die Weiterentwickelung der Dinoflagellatenkenntnisse fast unfruchtbar war. Nur kurz soll hier angedeutet werden, dass James-Clark im Jahre 1865*) den Versuch machte, eine Ciliatenform, das Urocentrum Turbo Ehrb., von welchem er eine recht gute Schilderung entwarf, den Cilioflagellaten zuzugesellen und hierdurch die thierische Natur der letzteren zu erweisen. Der Missgriff war hervorgerufen worden durch die unserer Ansicht nach irrthümliche Beschreibung, welche Allman von dem sog. Peridinium uberrimum gegeben hatte. Das allgemeine Cilienkleid, welches letzterer Forscher, sonder Zweifel fälschlich, bei seinem Peridinium uberrimum beschrieben hatte, konnte allein James veranlassen, an einem solchen Vergleich zu denken und R. S. Bergh, welcher in seiner Arbeit (30) James-Clark wegen dieses Irrthums verspottet, referirt nichts destoweniger wenige Zeilen vorher die Angabe Allman's, dessen Arbeit er eine besondere Wichtigkeit zuschreibt, ohne jede weitere Bemerkung. Wäre aber die Allman'sche Behauptung richtig, so könnte man James-Clark bei seinem Vergleich nicht besonders tadeln und derselbe hat sogar eine gewisse Rechtfertigung dadurch er-

*) Proofs of the animal nature of the cilioflagellate infusoria etc. Ann. mag. nat. hist. (III.) XVI. p. 270—279. Pl. XII.

fahren, dass noch in neuester Zeit ein geübter Infusorienforscher, Entz, (40), gerade das Urocentrum Turbo als nächsten Verwandten der Dinoflagellaten betrachtet, in directem Gegensatz zu den Anschauungen Bergh's. Wir verweilen daher auch nicht länger bei der Polemik, welche sich zwischen Carter und James*) über des letzteren Auffassung des Urocentrum erhob.

Die aus dem Jahre 1866 datirende Zusammenstellung der Dinoflagellaten, welche Diesing in seiner Revision der Prothelminthen (23) gab, trug nicht zu einem besseren Verständniss der Gruppe bei, verwirrte vielmehr die Systematik durch Aufstellung einer Anzahl ganz unbegründeter Gattungen und durch Zurechnung mehrerer nicht hierhergehöriger Formen.

Auch die Beobachtungen über gewisse Dinoflagellaten der Ostsee, welche Willemoes-Suhm 1871 (25) mittheilte, sind bis jetzt ziemlich unverständlich geblieben, so dass wir an dieser Stelle nicht näher auf dieselben eingehen wollen.

Im Jahre 1873 wurde zuerst die interessante Gattung Polykrikos von Bütschli (26) genauer beschrieben und als Protozoë erkannt, dagegen erst 1882 von Bergh den Dinoflagellaten zugewiesen, unter welchen sie eine der auffallendsten Formen darstellt.

Das umfangreiche Protozoënwerk von Fromentel (1874) hat unserer Abtheilung keinerlei Bereicherung gebracht, dagegen konnte Warming (1875, 27) auf Grund gelegentlicher Untersuchungen über das Vorkommen von Cellulose und Stärkemehl bei den Dinoflagellaten berichten, was ihn veranlasste, dieselben den einzelligen Algen zu überweisen.

Eine neue Epoche eröffneten erst die hervorragenden Untersuchungen Stein's, welcher schon 1878 (28) in der historischen Einleitung seines Flagellatenwerkes eine kurze Darstellung seiner Forschungsergebnisse mittheilte, welche er von da an noch mehrere Jahre fortsetzte. Die Frucht dieser Bemühungen bildete ein 1883 (39) veröffentlichter Atlas zu seinen Dinoflagellatenstudien, welchen leider nur ein ganz kurzer Text begleitet. Schon 1878 konnte Stein zwei neue Gattungen Gymnodinium und Hemidinium unterscheiden und denselben 1883 einen ungeahnten Reichthum neuer mariner Formen, von z. Th. recht merkwürdiger Gestaltung zufügen. Auch die Fortpflanzungsgeschichte verdankt ihm wesentliche Bereicherung, namentlich suchte er das Vorkommen der Copulation und die Entwicklung innerer Keime wie bei den Flagellaten nachzuweisen.

Da es an dieser Stelle nicht unsere Aufgabe sein kann, diese der Neuzeit angehörigen Forschungen genauer zu besprechen, so beschränken wir uns darauf, die allgemeine Auffassung, zu welcher Stein bezüglich der Dinoflagellaten gelangte, kurz anzudeuten. Er rechnet sie zu seiner Gruppe der Flagellata und stellt sie den übrigen Formen derselben, wegen der Zusammengesetztheit der Hülle, als arthrodele Fla-

*) Ann. mag. nat. hist. (III.) XVI. p. 399—402 und XVIII. p. 2—6.

gellata gegenüber. Wie die übrigen Flagellata gelten ihm daher auch die Dinoflagellata als echt thierische Wesen, welchen er ganz allgemein eine Mundöffnung zur Aufnahme fester oder flüssiger Nahrung und eine oder mehrere contractile Vacuolen zuschreibt. In der Erkenntniss des Bewegungsapparates kam er nicht wesentlich über Claparède und Lachmann hinaus. Auch für ihn ist die Querfurche der Sitz eines Wimperkranzes; dennoch zweifelt er in seiner zweiten Abhandlung nicht an der Hiehergehörigkeit des Prorocentrums und seiner Verwandten, deren Dinoflagellatennatur er noch 1878 in Frage zog. Die Familie der Prorocentrinen war schon 1881, wie hier einschaltend berichtet werden mag, durch Cienkowsky (33) um eine neue Form bereichert worden, welche jedoch höchst wahrscheinlich mit einer 1858 von Ehrenberg entdeckten identisch ist. Cienkowsky beobachtete bei derselben zuerst richtig die beiden Geisseln, wurde jedoch auf die Verwandtschaft mit Prorocentrum nicht aufmerksam.

Etwas tiefer in die wahre Organisation unserer Gruppe war eine Arbeit von R. S. Bergh eingedrungen (30), welche 1881, in der Zeit zwischen den beiden Mittheilungen Stein's erschien. Zunächst constatirte derselbe, dass sich die Dinoflagellaten wie die Flagellaten in ihren Ernährungsverhältnissen bald thierisch, bald pflanzlich verhalten; dann gelangte er in der Erforschung der Bewegungsorgane etwas weiter, indem er statt des Cilienkranzes gewöhnlich einen am freien Rande in Cilien fortgesetzten contractilen Saum annimmt. Immerhin glaubte er in diesem Verhalten keine Veranlassung zu einer Aenderung der Ansicht über die vermittelnde Stellung der Gruppe zwischen den Flagellaten und Ciliaten finden zu sollen, welcher Auffassung er sich vielmehr mit besonderer Wärme zuwandte.

Durch Beschreibung mehrerer neuer Formen und schärfere Characterisirung anderer trug diese Arbeit wesentlich zu einem besseren Verständniss der Beziehungen der Gattungen und Arten unter einander bei. Weniger eingehend und zutreffend sind dagegen seine Angaben über die einzelnen Organisationsbestandtheile, die daher auch in der neuesten Zeit eine Reihe von Correcturen erfuhren. Auch über die Fortpflanzungsverhältnisse enthält sie nicht viel. Ueber letztere berichtete auch schon 1879 Joseph (29) nach Untersuchungen an einem Peridinium, doch lassen seine kurzen, von Abbildungen nicht begleiteten Mittheilungen begründete Zweifel zu.

Maggi (31) und Kent (32) entwarfen ziemlich gleichzeitig eine Zusammenstellung der bekannten Dinoflagellatenformen, ohne durch eigene Untersuchungen den Gegenstand wesentlich zu fördern. Letzterer entstellte hingegen, ähnlich wie früher Diesing, die so einheitliche Gruppe durch die Einreihung einer Anzahl nicht hiehergehöriger oder ganz unsicherer Formen. Auch der Bericht von Balbiani (43) über unsere Gruppe in seinen Leçons sur les Protozoaires enthält nichts Neues von Bedeutung.

Vielleicht der wichtigste Fortschritt, welcher seit Ehrenberg in der Erkenntniss der Dinoflagellaten gemacht wurde, war der 1883 von Klebs (36) geführte Nachweis, dass die so lange behauptete Existenz eines Cilienkranzes in der Querfurche ein Irrthum gewesen sei, dass vielmehr eine einfache Geissel in derselben verlaufe. Diese ursprünglich nur an Süsswasserformen gemachte Beobachtung konnte Klebs in einer späteren Arbeit auch für marine bestätigen und auch Bütschli (46) gelang es, durch im Interesse dieses Werkes unternommene, eigne Untersuchungen die Klebs'schen Angaben zu bestätigen, indem er gleichzeitig den Kernverhältnissen seine Aufmerksamkeit zuwandte.

Dem Jahre 1883 verdanken wir noch zwei Arbeiten französischer Forscher, Pouchet und Gourret (37 und 38), über marine Dinoflagellaten, welche sich hauptsächlich auf systematischem Gebiet bewegen und abgesehen von der Beschreibung einiger neuer Formen unsere Kenntnisse nicht erheblich vermehrt haben. Hervorhebenswerth erscheint, dass Pouchet zuerst wieder auf die schon von Michaelis beobachtete kettenförmige Aneinanderreihung der Ceratien einging, welche übrigens schon vor ihm durch Murray (1881—82; 34) wiederentdeckt worden war. Eine Anzahl der neueren Beobachter suchten schliesslich der 1872 von Allman zuerst geäusserten Ansicht, von der näheren Verwandtschaft der Dino- und Cystoflagellaten (Noctiluca), Geltung zu verschaffen. Kent, Pouchet, Stein und schliesslich Bütschli, doch mit wesentlich anderer Begründung wie seine Vorgänger, verbreiteten sich über diese Frage.

Obwohl nun die neueren Beobachtungen in vielen Richtungen zu einer bedeutend erweiterten und vertieften Kenntniss unserer Gruppe geführt haben, zeigt dieselbe doch namentlich auf dem Gebiet der Fortpflanzungs- und Entwicklungsgeschichte noch grosse Lücken, welche wohl bei dem frisch belebten Interesse an den Dinoflagellaten in nicht zu langer Zeit ausgefüllt werden dürften.

2. Literatur.

1. **Müller, O. Fr.,** Animalcula infusoria fluviat. et marina. Hauniae 1786. p. 117, 136, 256—57, T. XVII, 9—12; XIX, 22; XXV, 5—6, A—B.
2. **Schrank, Fr. von Paula,** Mikroskopische Wahrnehmungen, in: Der Naturforscher, herausgeg. von Walch. 27. Stück 1793. p. 26—37. Taf. III.
3. —— Briefe naturhist., physik. und ökonom. Inhaltes an Herrn B. S. Nau, Erlangen. 1802. p. 374—76. Taf. II.
4. **Michaelis, G. A.,** Ueber das Leuchten der Ostsee nach eigenen Beobachtungen. Mit 2 Tafeln. Hamburg 1830.
5. **Ehrenberg, Chr. G.,** Die Infusionsthiere als vollkommne Organismen, Berlin 1838. (Früheres siehe in Abhandl. d. Berliner Akademie a. d. J. 1830—31 und 33—36.)
6. —— Ueber noch jetzt zahlreich lebende Thierarten der Kreidebildung. Abh. der Berliner Akademie a. d. J. 1839. p. 81—174.
7. —— Beobachtungen von 274 Infusorienarten. Monatsber. der Berliner Akademie 1840. p. 197—219.
8. **Werneck,** Untersuchungen über mikroskopische Organismen in der Umgebung von Salzburg. Mitgetheilt von Ehrenberg, Monatsber. der Berliner Akademie 1841. p. 102—110 und p. 373—77.
9. **Dujardin, F.,** Hist. natur. des Zoophytes. Infusoires. Paris 1841.

10. **Bailey, J, W.,** Microcospical observations made in South-Carolina, Georgia and Florida. Smithson. contributions two knowledge. V. II. 1850. 3 Taf.

11. **Cohn, F.,** Beobachtungen über mikroskop. Organismen. Monatsb. d. Berliner Akademie 1850. Anm. p. 57.

12. **Perty, M.,** Zur Kenntniss kleinster Lebensformen, nach Bau, Functionen, Systematik etc. Bern 1852.

13. **Ehrenberg, Ch. G.,** Ueber neuere Anschauungen des kleinsten nördlichen Polarlebens. Monatsber. der Berliner Akademie a. d. J. 1853. p. 522—33.

14. ——— Nova genera et novae species maris profundi. Monatsber. der Berl. Akademie 1854. p. 236—250.

15. ——— Mikrogeologie. Leipzig 1854.

16. **Schmarda, L. K.,** Zur Naturgeschichte Aegyptens. Denkschr. der Wiener Akademie Bd. VII. 1854. 28 p. m. 7 Taf.; s. auch Kl. Beiträge z. Naturgesch. d. Infus. Wien 1846.

17. **Bailey, J. W.,** Notes on new species and localities of microscopic. organisms. Smithsonian contributions to knowledge Vol. VII.

18. **Allman, G. J.,** Observations on Aphanizomenon Flos-aquae, and a species of Peridinea. Quart. journ. micr. sc. Vol. III. 1855. p. 21—25. Pl. III.

19. **Carter, H. J.,** Note on the red colouring matter of the sea round the shores of the island of Bombay. Ann. nat. hist. (III.) I. 1858. p. 258—62.

20. **Ehrenberg, Ch. G.,** Ueber das Leuchten und über neue mikroskopische Leuchtthiere des Mittelmeeres. Monatsber. der Berliner Akad. 1859. p. 727 und p. 791. Abbildungen hierzu siehe in Festschrift z. Feier des 100jährigen Bestehens d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. Berlin 1873. S. auch Monatsb. 1861 p. 295.

21. **Claparède, E., et Lachmann, J.,** Etudes s. les infus. et les rhizopodes. Mém. instit. nation. génévois. T. V—VII. 1858—61.

22. **Weisse, J. Fr.,** Verzeichniss aller von mir in einem 30jährigen Zeitraum zu St. Petersburg beobachteten Infusorien. Bull. soc. imp. de Moscou. 1863. p. 236. (Siehe die früheren Verzeichnisse bei Flagellata p. 654.)

23. **Diesing, K. M.,** Revision der Prothelminthen. Sitzber. d. k. Akad. zu Wien. Bd. 52. p. 287. 1866.

24. **Carter, H. J.,** Note on a freshwater species of Ceratium from the lake of Nynee Tal in Kumaon. Ann. m. of nat. hist. (IV) VII 1871. p. 229—30.

25. **Willemoes-Suhm, R. von,** Biologische Beobachtungen über niedere Seethiere. I. Zur Entwickl. eines Peridinium. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. XXI. 1871. p. 380—382. Taf. XXXI.

26. **Bütschli, O.,** Einiges über Infusorien. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. IX. 1873. p. 657 bis 678. Taf. XXV—XXVI.

27. **Warming, E.,** Om nogle ved Danmarks Kyster levende Bacterier. Vidensk. Medd. fra naturhist. Foren. i Kjöbenhavn f. Aaret 1875. p. 414.

28. **Stein, Fr. von,** Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth. I. Hälfte. Leipzig 1878. p. 88—96.

29. **Joseph, G.,** Ueber Grotteninfusorien. Zoolog. Anzeiger 1879. II. Jahrg. p. 114—18.

30. **Bergh, R. S.,** Der Organismus der Cilioflagellaten. Morpholog. Jahrbuch Bd. VII. 1881. p. 177—288 Taf. XII—XVI.

31. **Maggi, L.,** a. Intorno al Ceratium furca Cl. e. L. e ad una sua varieta. Bolletino scientifico. Anno I. 1880. p. 125—28.

——— b. Tassonomia e corologia dei Cilioflagellati. Bollet. scientif. Anno II. 1880. p. 7—16

——— c. Intorno ai Cilioflagellati. Nota corologica. Rendic. d. R. Instit. Lombardo. s. II. V. 13. 1880. p. 20.

32. **Kent, S.,** A Manual of infusoria. Vol. I. p. 439—469. London 1880—81.

33. **Cienkowsky, L.,** Bericht über Excursionen ins weisse Meer. Arbeiten der St. Petersburger naturf. Gesellsch. Bd. XII. 42 p. 3 Taf. 1881 (russisch).

34. **Murray, J.,** Exploration of the Faroe channel. Proc. roy. soc. Edinburgh 1881—82. p. 18.

35. **Bergh, R. S.,** Ueber die systematische Stellung der Gattung Amphidinium Clap. und Lachm. Zool. Anzeiger 1882. p. 693.

36. **Klebs, G.,** Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusoriengruppen. Unters. aus dem botan. Institut. zu Tübingen. Bd. I. p. 233—62. Taf. 2—3. 1883.

37. **Pouchet, G.,** Contribution a l'histoire des Cilioflagellés. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, 1883. p. 399—455, T. 19—22.

38. **Gourret, P.,** Sur les Peridiniens du golfe de Marseille Annales du musée d'hist. nat. de Marseille T. I. 1883. 101 pp. 4 pl.

39. **Stein, Fr. von,** Der Organismus der Infusionsthiere III. Abth. II. Hälfte. Die Naturgesch. d. arthrodelen Flagellaten. Einleit. u. Erkl. der Abbildungen. 25 Taf. Leipzig 1883.

40. **Bergh, R. S.,** Neue Untersuchungen über Cilioflagellaten. Kosmos, herausgegeb. von Vetter. 1884. I. Bd. p. 384—90.

41. **Entz, G.,** Beiträge zur Kenntniss der Infusorien, Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 38. p. 167—189. T. VIII.

42. **Imhof, O. E.,** Resultate meiner Studien über die pelagische Fauna der Süsswasserbecken der Schweiz. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 40. p. 151—178. 1884.

43. **Balbiani, G.,** Les protozoaires. Leçons faites au collège de France. XXI. Les cilioflagellés. Journal de micrographie T. VIII. 1884. p. 138—142, p. 249—57 u. p. 367—75.

44. **Klebs, G.,** Ein kleiner Beitrag zur Kenntniss der Peridineen. Botanische Zeitung Jahrg. 42. 1884. p. 721—33 u. p. 737—45. T. X.

45. **Blanc, H.,** Note sur le Ceratium Hirundinella (O. F. M.) Bullet. soc. vaud. sc. nat. Vol. XX. 11 p. T. X. 1884.

45a. **Daday, E. von,** Ueber eine Polythalamie der Kochsalztümpel bei Dêva in Siebenbürgen. Zeitschrift f. wiss. Zoologie Bd. 40, 1884 Taf. 24. p. 479.

46. **Bütschli, O.,** Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse d. Cilioflagellaten und der Noctiluca. Morpholog. Jahrbuch Bd. X. 1885. p. 529—77. 3 Taf. Mit einem Beitrag von E. Askenasy.

47. **Pouchet, G.,** Sur un Péridinien parasite. Compt. rend. Ac. sc. Paris. 1884. 26. Mai.

48*). ——— Nouvelle contribution à l'histoire des Peridiniens marins. Journ. de l'anatomie et de la physiologie T. XXI 1885, p. 28—88. Pl. II—IV.

3. Kurzer Ueberblick der allgemeinen Morphologie des Dinoflagellaten-Körpers nebst Characteristik der Untergruppen.

Aus dem historischen Abschnitt ist bekannt, dass erst die Forschungen der letzten Jahre richtigere Vorstellungen von dem Bau der Dinoflagellaten zu Tage gefördert haben. Wir sind daher jetzt in der glücklichen Lage, die etwas unbestimmte und mangelhafte Characteristik, welche auf p. 619 gegeben wurde, in erwünschter Weise zu vervollständigen und zu verbessern. Obgleich erst in einem späteren Abschnitt die verwandtschaftlichen Beziehungen der Dinoflagellaten eingehender besprochen werden sollen, müssen wir doch an dieser Stelle schon bemerken, dass nach unserer Ansicht ihre directe Ableitbarkeit von den Flagellaten nicht zweifelhaft sein kann, dass sie vielmehr als ein zu eigenthümlicher Entwicklung gelangter Zweig derselben betrachtet werden müssen. Es sind nicht etwa sehr einfache und primitive Flagellaten, von welchen sich unsere Gruppe höchstwahrscheinlich ableitet, sondern ziemlich hoch differenzirte, nämlich irreguläre Isomastigoden aus der Familie der Cryptomonadinen, mit welchen die einfacheren Dinoflagellaten einen bemerkenswerthen Grad von Uebereinstimmung darbieten.

Aus dem Gesagten ergiebt sich demnach schon, dass wir bei den Dinoflagellata im Allgemeinen zwei Geisseln antreffen werden, welche bei den primitiven, entsprechend den Verhältnissen der Cryptomonaden, von einem am vorderen Körperpol gelegenen Punkt entspringen. Wie bei der erwähnten Flagellatenfamilie besitzt der Körper eine ursprünglich

*) Da diese Arbeit mir erst während der Correctur zur Hand gekommen ist, so kann ich dieselbe nicht mehr ausreichend berücksichtigen.

zweiseitige Gestaltung, welche durch geringe Differenzen der beiden Seiten asymmetrisch geworden ist. Doch ist auch bei diesen ursprünglichen Dinoflagellatenformen schon diejenige Fortbildung gegenüber den Cryptomonadinen eingetreten, welche für die ganze Ordnung bezeichnend erscheint, nämlich die functionelle Differenzirung der beiden Geisseln, für welche wir aber in anderen Abtheilungen der Flagellaten Analogien finden. Die eine Geissel ist nach vorn gerichtet und bewegt sich mehr schlagend oder in langgestreckten Wellen, die andere nimmt einen queren, bogigen Verlauf um die Basis der ersteren und ihre Bewegungen erfolgen derart, dass zahlreiche, sehr kurze Wellen ununterbrochen über sie hinziehen.

Da schon bei diesen primitivsten Formen eine aus Cellulose bestehende Membran oder Hülle (Schale, Panzer) entwickelt ist, welche bei der grossen Mehrzahl der Uebrigen wiederkehrt, so darf die Ausbildung einer solchen Umhüllung um so mehr als characteristisches Merkmal der ganzen Gruppe bezeichnet werden, da es auch recht wahrscheinlich ist, dass die nackten Formen aus umhüllten hervorgegangen sind.

Indem sich nun alle übrigen Dinoflagellaten von den seither besprochnen durch bedeutsame Weiterbildungen recht scharf scheiden, so folgt hieraus die Zusammenfassung der ersteren zu einer besonderen Untergruppe der Prorocentrinen oder Adinida recht natürlich.

Diesen stehen nun die übrigen, welche die grosse Mehrzahl bilden, dadurch gegenüber, dass sich, in Zusammenhang mit einer noch schärferen Ausbildung der Verschiedenheit der beiden Geisseln, eine den Körper im allgemeinen quer umziehende, also gürtelartige Furche gebildet hat, in welche die querverlaufende Geissel eingelagert ist. Eine weitere constante Abweichung dieser Gruppe der Diniferen besteht darin, dass die zweite Geissel nicht nach vorn, sondern nach hinten gerichtet ist, wenn wir das bei der Bewegung voranschreitende Körperende als das vordere bezeichnen. Auch diese nach hinten gerichtete Geissel der Diniferen ist längs ihres Verlaufes über den Körper in eine Furche eingelagert, welche mit der Querfurche in Zusammenhang steht. Die Ursprungsstelle beider Geisseln ist im Allgemeinen da zu suchen, wo die beiden Furchen zusammentreffen, resp. sich kreuzen. Dieser Ursprungspunct der Geisseln, und damit in Verbindung auch der Verlauf der Querfurche an dem Körper, hat bei den verschiedenen Familien eine recht verschiedene Lage. Die Querfurche kann dem Vorderende sehr genähert sein wie bei der Familie der Dinophysiden, welche desshalb von einigen Forschern als die ursprünglichste der Diniferen betrachtet wird, oder sie umzieht, wie es bei der Familie der Peridinida gewöhnlich der Fall ist, die Mittelregion des Körpers, und endlich finden sich vielleicht auch Formen, welche eine weit nach hinten gerückte Stellung der Querfurche und des Ursprungspunctes der beiden Geisseln zeigen.

Die asymmetrische Bildung, welche schon den Prorocentrinen eigenthümlich war, tritt bei den Diniferen noch viel ausgeprägter hervor und

wird hauptsächlich durch den schraubenförmigen Verlauf der Querfurche bestimmt, wozu sich jedoch bei den umhüllten Formen häufig noch mancherlei äusserliche Abweichungen von der zweiseitigen Symmetrie gesellen.

Als Repräsentanten einer dritten Familie haben wir wohl eine bis jetzt vereinzelt dastehende Form anzusprechen, welche gewissermaassen als eine segmentirte Dinifere betrachtet werden kann, indem sich bei ihr zahlreiche Querfurchen vorfinden und jede derselben wohl sicher auch mit einer Geissel ausgerüstet ist. Die hierdurch angezeigte Untergruppe dürfte daher die Bezeichnung Polydinida verdienen.

Im Hinblick auf ihre innere Organisation nähern sich die Dinoflagellaten den Flagellaten sehr. Es sei daher nur kurz hervorgehoben, dass sie wie zahlreiche Flagellaten gewöhnlich Chromatophoren enthalten und fast stets einen einzigen Nucleus führen. Eine Ausnahme von dieser Regel bilden nur die Polydinida, bei welchen in Zusammenhang mit der Vermehrung anderer Organe auch eine solche des Kernes eingetreten ist. Dagegen scheinen eigentliche contractile Vacuolen gewöhnlich zu fehlen.

4. Schilderung der Gestaltsverhältnisse, der Morphologie der Geisseln, sowie der gröberen Morphologie der Schalenhülle.

Wie der vorhergehende Abschnitt schon darlegte, haben wir die Besprechung der Gestaltsverhältnisse naturgemäss mit den primitivsten Formen, den Prorocentrinen zu beginnen, welche sich in ihrer allgemeinen Morphologie den früher für die Cryptomonaden geschilderten Verhältnissen nahe anschliessen. Der mässig grosse Körper (41, 1, 2) ist demnach deutlich bilateral und mehr oder weniger stark komprimirt. Bei der Gattung Exuviaella (2) tritt die bilaterale Bildung weniger hervor, sehr deutlich dagegen bei Prorocentrum, indem hier die beiden Schmalseiten des mehr oder weniger länglichen bis bandförmigen Körpers in verschiedenem Maasse gekrümmt sind, so dass sie sich als Rücken- und Bauchseite unterscheiden lassen. Was jedoch die bilaterale Bildung dieser Gattung wesentlich verstärkt, ist das Vorhandensein eines von der rückwärtigen Hälfte des Vorderendes entspringenden schlanken und an seinem freien Ende fein zugespitzten Zahn- oder sog. Stirnfortsatzes. Derselbe scheint zuweilen nur von der Schalenhülle gebildet zu werden; bei zwei der von Stein abgebildeten Prorocentrumarten ist aber deutlich zu sehen, dass er hohl und von einem Fortsatz des Weichkörpers erfüllt ist. Es scheint nichts im Wege zu stehen, diesen Stirnfortsatz der sog. Oberlippe bei Cryptomonas zu homologisiren. Dicht vor oder ventralwärts von der Basis dieses Fortsatzes entspringen die beiden Geisseln ganz wie bei den Cryptomonaden.

Alle Prorocentrinen sind nun mit einer dem Weichkörper dicht aufliegenden Schalenhülle versehen, welche daher die Körpergestalt getreu nachahmt und nach dem Tode leicht in zwei seitliche Klappen zerfällt. Die Trennungslinie dieser beiden Klappen ist schon an der unversehrten Hülle als feine Naht zu erkennen. Erst später, bei der Besprechung der

feineren Schalenstructur soll die Frage erörtert werden, was den leichten Zerfall in die Klappen bedinge.

Etwa in der Mitte des vorderen Randes findet sich zwischen den beiden Klappen eine feine rundliche Oeffnung, durch welche die Geisseln ihren Austritt nehmen. Gewöhnlich scheint diese Oeffnung etwas auf die rechte Seite verschoben und die rechte Klappe besitzt dementsprechend eine muldenförmige Ausbuchtung (Fig. 2b.), die am deutlichsten bei Exuviaella Lima Ehrb. sp. hervortritt, aber auch gewissen Prorocentrumarten nicht fehlt. Die Klappen sind also nicht völlig symmetrisch. Es liesse sich nun die geschilderte muldenförmige Einbuchtung des Vorderrandes wohl mit dem Peristomausschnitt der Cryptomonas vergleichen, wenn sie nicht auf der rechten Seite gelegen wäre, da sich der letztere stets linksseitig vorfindet.

Wie bemerkt, ist der sog. Stirnfortsatz des Prorocentrums zuweilen hohl und dann, wie Stein gezeigt hat, einfach von zwei hälftigen Fortsätzen der Schalenklappen gebildet, welche bei dem Auseinanderfallen der Klappen als Anhänge derselben erscheinen. Anders verhält sich dagegen der Stirnfortsatz bei dem gemeinen Prorocentrum micans. Hier ist er eine ausschliesslich der Schale angehörige Bildung, an deren Aufbau der Weichkörper keinen Antheil mehr nimmt und besteht auch nicht mehr aus zwei Hälften, sondern scheint nach den Untersuchungen Stein's eine quergestellte, blattförmige, solide Bildung zu sein. Sie scheint mit beiden Klappen in directer Verbindung zu stehen, so dass diese nicht völlig auseinander fallen können, so lange der Stirnfortsatz noch erhalten ist. Erst wenn der Fortsatz verloren gegangen ist, trennen sich die beiden Schalenklappen von einander.

Indem wir die schwierige Frage: wie sich die Diniferen aus den Adiniden entwickelt haben, zunächst bei Seite lassen, betonen wir nur nochmals, dass als allgemeiner Character der ganzen Gruppe bei allen die Längsgeissel nach hinten gerichtet und die Quergeissel in eine den Körper umziehende Querfurche eingelagert ist. Fast überall ndet sich dann weiter eine Längsfurche, in welcher der proximale Theil der Längsgeissel verläuft.

Der allgemeine Aufbau des Diniferenkörpers ist ein bilateraler mit mehr oder weniger ausgesprochener, asymmetrischer Umformung. Diese Asymmetrie wird hauptsächlich durch das Verhalten der Querfurche bedingt, indem dieselbe den Körper im Allgemeinen nicht ring- sondern schraubenförmig umzieht. Die Gesammtgestalt des Körpers ist überaus verschieden, da sie theils kuglig bis eiförmig, theils dorso-ventral abgeplattet oder linsenförmig niedergedrückt, theils dagegen bis zum Nadelförmigen verlängert sein kann, abgesehen von zahlreichen secundären Modificationen, die erst später Berücksichtigung finden können.

Wir wollen uns zunächst über die Bezeichnung der Körperregionen in dieser Gruppe orientiren. Indem der Ursprungspunkt der Geisseln stets von dem Vorderende, wenngleich in sehr verschiedenem Grade, nach

hinten verlagert ist, so wird allein hierdurch schon die Unterscheidung zweier Körperflächen angedeutet, einer Bauchfläche nämlich, welcher die Geisseln angehören und einer dieser entgegenstehenden Rückenfläche. Die Verhältnisse der Furchenbildungen der Diniferen tragen zu der Verschiedenheit dieser Flächen gewöhnlich noch wesentlich bei. Die beiden Enden der Querfurche liegen, insofern dieselbe deutlich schraubig verläuft, auf der Bauchfläche und sind verbunden durch die die Ventralseite in der Längsrichtung überziehende Längsfurche, welche sich jedoch bei zahlreichen Formen noch über die Querfurche hinaus bis zu dem hinteren Körperende ausdehnen kann und nicht selten auch auf den vor der Querfurche gelegenen Theil der Bauchfläche übergreift. Durch die Entwicklung der Querfurche wird weiterhin eine vordere und eine hintere Körperregion geschieden. Die relativen Grössenverhältnisse dieser beiden Regionen wechseln natürlich sehr, je nach der Lage der Querfurche. Es finden sich zahlreiche Fälle, wo die beiden Regionen fast oder völlig gleich sind und andere, wo die vordere mehr und mehr beschränkt erscheint, bis sie zu einem sehr unbedeutenden Körpertheil geworden ist; doch kann vielleicht auch das Umgekehrte, wenngleich selten, eingetreten sein.

Wenn auch gewichtige Gründe dafür sprechen, dass die Familie der Dinophysiden in mancher Hinsicht ursprünglichere Charactere bewahrt hat, so mag die genauere Betrachtung doch mit der Familie der Peridiniden begonnen werden.

Wenn wir einige abweichende Formen bei Seite lassen, so werden alle Angehörige dieser Familie durch eine ungefähr mittlere Lage der Querfurche characterisirt, so dass vordere und hintere Körperhälfte nahezu gleich sind. Die gewöhnlich schmal rinnenförmige, im Querschnitt meist halbkreisförmige Furche nimmt auch hier fast immer einen deutlich schraubenförmigen Verlauf. Bei der grossen Mehrzahl der Formen hat der einfache Schraubenumgang, welchen die Querfurche beschreibt, nur eine sehr geringe Höhe, so dass die beiden ventralen Enden der Furche auf der Bauchfläche in geringer Entfernung hinter einander liegen, verbunden durch einen Theil der Längsfurche, welcher sich zwischen denselben ausdehnt. Fast immer liegt das rechte ventrale Ende der Querfurche hinter dem linken, d. h. der Verlauf der Furche entspricht einer rechts gewundenen Schraube. Die seltenen Fälle eines umgekehrten Verlaufes finden sich bei einigen Arten der Gattung Peridinium nach den Forschungen Stein's (so am deutlichsten bei Per. globulus St. [52,7], ferner bei P. Michaelis und zuweilen auch bei P. tristylum St.). Hier liegt das rechte Ende der Querfurche vor dem linken und die Schraube ist also eine linksgewundene. Da sich nun bei manchen Arten von Peridinium, bei Goniodoma, gewissen Arten von Gymnodinium, bei Diplopsalis, Pyrophacus, sowie einzelnen Formen aus anderen Gattungen eine nur äusserst geringe Verschiebung der Enden der Querfurche gegeneinander findet oder aber die Enden direct auf einander stossen, so dass die Querfurche ringförmig wird, so lässt sich vielleicht annehmen, dass die selten

vorkommende Linkswendung der Querfurche durch eine allmähliche Verschiebung der ursprünglich rechts gewundenen, durch das Stadium der Ringfurche hindurch, entstanden ist.

Nur bei gewissen Arten der Gattung Gymnodinium und bei Hemidinium finden wir eine recht steile Windung der Querfurche, so dass ihre beiden Enden weit auseinanderrücken (51, 3). Die letztgenannte Gattung zeigt ferner die sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, dass nur die linke Hälfte der Querfurche entwickelt ist. Ob sich hierin ein ursprünglicher Character, wie nicht unmöglich, erhalten hat, lässt sich zur Zeit kaum mit einiger Bestimmtheit sagen. Bei dem von Bergh zuerst beschriebenen Gymn. spirale (51, 5), welches ungefähr spindelförmig gestaltet ist, finden wir das linke Ende der Furche etwa auf der Grenze der beiden vorderen Körperdrittel, das rechte dagegen auf der Grenze der hinteren, so dass die Schraubenhöhe ungefähr ein Drittel der Körperlänge beträgt. Noch seltsamer sind die Verhältnisse bei dem von Pouchet beschriebenen Gymnodinium Archimedis (51, 9), welches aber auch wohl als Typus einer besonderen Gattung betrachtet werden kann. Bei demselben beschreibt die Querfurche nicht eine, sondern zwei volle Schraubenwindungen um den etwas kegelförmigen Körper. Das rechte Ende der Furche liegt ganz am hinteren Körperpol, das linke dagegen an dem vorderen, so dass die Höhe der Windungen der halben Körperlänge gleichkommt.

Um hier gleich zu einem Abschluss der Besprechung der Querfurchenverhältnisse in der Familie der Peridiniden zu gelangen, betonen wir noch, dass bei einigen, auf Grund ihrer allgemeinen Bauweise hierhergehörigen Formen die Querfurche vermisst wird. Dies sind zunächst die nahe verwandten Gattungen Blepharocysta (53, 3) und Podolampas (55, 9), bei denen sich zwar aus der Zusammensetzung der sehr entwickelten Schalenhülle der Ort, wo die Furche zu verlaufen hätte, angeben lässt, eine wirkliche Furche sich aber nicht findet. Aehnlich scheint sich auch der eigenthümliche Ptychodiscus St. zu verhalten. Diese abweichende Form (54, 4a—b), welche wohl durch die Gattung Pyrophacus mit den typischen Peridiniden verknüpft wird, zeigt an dem von vorn nach hinten sehr deprimirten, linsenförmigen Körper nur ein dünnes, aequatoriales Schalenband, das die dickere vordere und hintere Schalenhälfte verbindet und wohl der Querfurche entspricht. Da die letzterwähnten Formen mit mangelnder Querfurche bis jetzt im lebenden Zustand nicht untersucht wurden, so bleibt es fraglich, ob mit der Rückbildung der Querfurche auch eine Aenderung der Geisselverhältnisse verbunden ist, doch halte ich das für unwahrscheinlich.

Es gibt nun einige Formen unter den Peridiniden, welche sich durch die Verlagerung der Querfurche an das Vorderende in gewissem Sinne der Familie der Dinophysiden nähern, wenn sie auch wohl sicher sonst keine nahe Verwandtschaft mit derselben besitzen. Dies sind die von Stein entdeckten Angehörigen der Gattung Oxytoxum, von welchem

mir die als Pyrgidium gesonderten Formen kaum generisch verschieden zu sein scheinen.

Bei diesen Peridiniden (53, 5 und 6) ist die sehr flach gewundene, jedoch deutlich schraubige Querfurche dem einen Körperpol sehr genähert, so dass die beiden von ihr getrennten Körperregionen recht verschieden gross sind. Nach Stein soll die Furche dem Hinterende genähert, also die hintere Körperhälfte verkümmert sein. Ich halte diese Ansicht aber für recht unwahrscheinlich, schliesse vielmehr aus dem Verlauf der Längsfurche und der Lage der Austrittsstelle für die Geisseln, dass umgekehrt die vordere Körperhälfte verkümmert ist und Stein die Formen irrig orientirte. Im lebenden Zustand wurden dieselben bis jetzt noch nicht untersucht, so dass über ihre Haltung bei der Bewegung nichts bekannt ist.

Dass sich unter den Peridiniden auch eine Verlagerung der Querfurche an das Hinterende finden könne, wird von Stein für seine Gattung Ceratocorys (54, 5) angegeben, wo sich die ungefähr ringförmige Furche dicht an dem einen Körperende findet. Leider ist diese interessante Form bis jetzt nur einmal von Gourret im lebenden Zustande beobachtet worden; Stein sah nur conservirte Exemplare ohne Geisseln. Wenn nun Gourret's Beobachtungen über den Ursprung der Längsgeissel richtig wären, so näherte sich diese Form der Familie der Dinophysiden (wohin sie auch Gourret und Klebs verweisen) und die Furche wäre also nicht an das Hinter-, sondern umgekehrt an das Vorderende gerückt. Doch sind die Angaben Gourret's über die Geisselursprünge im Allgemeinen so ungenau, dass ich durch seine Mittheilungen allein die Stein'sche Auffassung der Ceratocorys nicht für widerlegt halte. Ich muss daher zur Zeit die Frage nach der Orientirung und der systematischen Stellung dieser Gattung noch für eine offne halten.

Die folgenden Zeilen müssen einer Betrachtung der Längsfurche gewidmet werden, denn erst durch das Zusammenwirken dieser mit der Querfurche werden die wesentlichen morphologischen Eigenthümlichkeiten der Diniferen bestimmt. Es ist nun zur Zeit schwer zu sagen, welche Ausbildungsform der Längsfurche unter den Peridiniden wir als die ursprünglichste betrachten dürfen. Vielleicht dürfte es doch diejenige sein, wo die Furche als eine im Allgemeinen schmale Rinne in grader Richtung über die hintere Region der Bauchseite verläuft, indem sie, an dem linken Ende der Querfurche beginnend zunächst zu dem rechten, weiter nach hinten gelegenen Ende derselben zieht, mit dem sie gleichfalls zusammenhängt und sich dann weiter bis an das hintere Körperende fortsetzt. Es münden demnach die Enden der Querfurche direct in die Längsfurche ein.

Eine solche Ausbildung der Längsfurche ist bei den meisten Geschlechtern der Peridiniden die gewöhnliche, so findet sie sich bei den meisten Gymnodinien (51, 10a), bei Glenodinium (51, 10a), Peridinium (53, 1a) und anderen. Doch ist schon bei einzelnen Formen dieser Gattungen zu beobachten, dass sich das vordere Ende der Längsfurche auf die vordere Körperregion mehr oder weniger ausdehnt. Dieses Ueber-

greifen der Längsfurche auf die Vorderregion wird bei gewissen Formen, welche Stein zu der Gattung Gonyaulax erhoben hat, am stärksten, indem sich die Furche hier bis an das vordere Körperende fortsetzt (52, 4).

Eine andere Modification der Längsfurche ist schon bei einer Reihe Arten des formreichen Geschlechtes Peridinium angedeutet, indem die, wie erwähnt, sonst schmal rinnenförmige Furche sich in der hinteren Körperregion mehr in die Breite entwickelt (52, 8). Sie nimmt dabei gewöhnlich eine ungefähr dreieckige Gestalt an, indem sie sich von vorn nach hinten verbreitert, unter Umständen so ansehnlich, dass ihre hintere Breite mehr als ein Drittel der gesammten Körperbreite betragen kann.

Von solchen Zuständen leitet sich dann wohl die Ausbildung der Längsfurche bei Ceratium ab (53, 7a, 9a, 10b; lf.). Hier ist sie so ansehnlich verbreitert, dass sie die Hälfte der Körperbreite erreichen kann und sich gleichzeitig beträchtlich auf die vordere Region ausdehnt. Da nun die Längsfurche bei diesen umhüllten Formen, wie wir später sehen werden, nur von einer zarten Membran bekleidet wird, so erscheint sie an der leeren Hülle gewöhnlich wie ein Ausschnitt und wurde daher auch nicht ohne Recht als Bauchausschnitt bezeichnet.

Es kann aber die Längsfurche unter den Peridiniden auch Verkümmerungen aufweisen und dieses Moment bildet einen der wesentlichsten Charactere der Gattung Oxytoxum, welche wir schon oben wegen der Verlagerung der Querfurche an das Vorderende kurz betrachteten. Hier (53, 5—6) ist entweder nur noch ein ganz kurzes Stück der Längsfurche erhalten, welches sich von der Querfurche über einen kleinen Theil des langen Hinterkörpers erstreckt, oder es ist eine nahezu völlige Verkümmerung der Furche eingetreten, deren letzter Rest nur noch als eine schwache hintere Ausbiegung der Querfurche erscheint.

Auch bei dem merkwürdigen Pyrophacus (54, 3b) ist die Längsfurche sehr kurz, so dass sie mit ihrem Hinterende weit von dem hinteren Pol entfernt bleibt.

Bei den Gattungen Blepharocysta und Podolampas, welche oben wegen der mangelnden Querfurche erwähnt wurden, scheint auch die Längsfurche nur schwach angedeutet zu sein, höchstens durch eine sehr seichte Rinne dargestellt zu werden.

Die merkwürdigste Bildung der Längsfurche zeigt das Pouchet'sche Gymnodinium Archimedis (51, 9). Wie früher bemerkt wurde, findet sich hier eine Querfurche, welche zwei rechte Schraubenwindungen beschreibt. Dass dieses Verhalten nun direct aus dem gewöhnlichen abzuleiten ist, ergibt sich sehr hübsch aus dem Verlauf der Längsfurche. Stellen wir uns nämlich vor, dass das vordere Ende einer einfach schraubigen Querfurche zu einer zweiten Windung ausgewachsen sei, so muss nun die bei der einfachen Querfurche einfach längsgerichtete Längsfurche, welche beide Querfurchenenden verbindet, auch einen schraubigen Verlauf angenommen haben, jedoch wird sie nur einen einfachen Umgang beschreiben. Dieses ist nun auch das Verhalten, welches wir bei G. Archi-

medis kennen gelernt haben. Es ergibt sich daraus aber auch, dass diese Form, entgegen der Vermuthung Pouchet's, keine näheren Beziehungen zur Gattung Polykrikos hat, wie wir später noch zu zeigen haben werden.

Allgemeine morphologische Verhältnisse der Hülle und der Geisselstellung der Peridiniden. Wie schon gelegentlich erwähnt wurde, finden sich unter den Peridiniden auch nackte, nicht umhüllte Formen, wenigstens ist wohl sicher, dass gewisse Formen der Gattung Gymnodinium in ihrem beweglichen Zustande hüllenlos sind. Ob dies von allen zu dieser Gattung gerechneten Arten gilt, bleibt zur Zeit etwas zweifelhaft. Bei Hemidinium, welches Stein gleichfalls als nackt beschreibt, will Klebs eine zarte Zellhülle beobachtet haben.

Er konnte ferner beobachten, dass Gymnodinium fuscum nach der Behandlung mit verschiedenartigen Reagentien eine dicke, radiär gestrichelte, wahrscheinlich schleimige Umhüllung besitzt. Aus der Schilderung scheint zu folgen, dass diese Umhüllung ein durch die betreffenden Reagentien verursachtes Abscheidungsproduct ist; doch ist nicht bestimmt ausgesprochen, dass die Hülle für gewöhnlich fehlt.

Alle übrigen Gattungen sind mit einer mehr oder weniger starken, häufig recht dicken Hülle versehen, welche dem Plasma, als Product desselben, wenigstens ursprünglich dicht aufliegt, wie es sich auch während des beweglichen Zustandes gewöhnlich findet. Auf Abweichungen von diesem regelmässigen Verhalten werden wir später hinzuweisen haben. Wenn wir also im Folgenden die Gestaltsverhältnisse der Hülle etwas genauer beschreiben, so werden damit im Allgemeinen auch die Formen des Weichkörpers angegeben. Die Hülle darf, wie bemerkt, im Allgemeinen als eine allseitig geschlossne bezeichnet werden, doch muss sich an derselben jedenfalls eine Unterbrechung zum Austritt der Geisseln finden. Leider sind nun die Verhältnisse des Geisselaustritts noch nicht überall ausreichend erforscht und auch recht schwierig zu ermitteln. Wir werden übrigens sehen, dass bei zahlreichen Peridiniden noch eine zweite Oeffnung vorhanden und dass eine poröse Beschaffenheit der Hülle recht verbreitet ist.

Die einfachste Hülle findet sich, abgesehen von dem schon erwähnten Hemidinium, bei Glenodinium, als eine farblose, zarte, jedoch deutlich doppelt conturirte Membran (51, 10—13). Ich zweifele nicht, dass wenigstens bei den meisten bekannt gewordenen Glenodinien eine Differenzirung der Hülle zu einzelnen, leicht auseinanderfallenden tafelartigen Partien, wie sie die Hüllen der meisten übrigen Peridiniden zeigen, fehlt, wenn wir von den durch die Querfurche natürlich auch hier gegebenen beiden Abschnitten, dem Vorder- und Hinterkörper, absehen. Feinere Structurverhältnisse mag auch die Schalenhülle der Glenodinien zum Theil schon zeigen, doch versparen wir deren Betrachtung besser auf später. Natürlich werden auch die beiden Furchen von der Membran ausgekleidet und längs der beiden Ränder der Querfurche bildet dieselbe je eine vorspringende Kante, welche eine scharfe Begrenzung der Furche bewirken. Zu eigentlichen Leisten, wie sie sich bei den grösseren

Peridiniden gewöhnlich finden, scheinen sich die Ränder der Furche jedoch hier nie zu erheben.

Ueber die Oeffnung zum Geisselaustritt ist bei dieser Gattung wenig bekannt: Stein zeichnet bei einigen Arten eine runde bis längliche Oeffnung an der Stelle, wo Längs- und Querfurche zusammenstossen (51, 13; gs). Da sich nun auch hier die Ursprungsstätte der Geisseln findet, so kann dies wohl der Fall sein. Die Bezeichnung „Mundöffnung", welche Stein für die Austrittsstelle der Geisseln bei allen beschalten Dinoflagellaten gewählt hat, müssen wir fallen lassen und adoptiren dafür den Ausdruck Geisselspalte. Eine ähnliche Darstellung gab auch Bergh von der Geisselspalte bei Glen. cinctum und Warmingii.

Es scheint mir aber etwas zweifelhaft, ob die Geisselspalte bei Glenodinium stets eine so beschränkte Ausdehnung besitzt, wie nach den citirten Darstellungen angenommen werden müsste. Da nämlich bei manchen Formen die Längsgeissel ziemlich weit hinter der Quergeissel aus der Längsfurche entspringt, so wäre es möglich, dass sich auch bei dieser Gattung die Geisselspalte wie bei anderen Peridiniden zuweilen als ein längerer Schlitz durch die Längsfurche erstreckte.

Soweit unsere Erfahrungen reichen, scheinen alle mit complicirteren Hüllen versehenen Peridiniden anfänglich eine ähnlich einfache Membran zu bilden wie Glenodinium, welche erst bei stärkerer Verdickung den complicirteren Bau entwickelt. Abgesehen von feineren Structureigenthümlichkeiten spricht sich derselbe nun hauptsächlich darin aus, dass auf der äusseren Oberfläche der Membran stärker verdickte Leisten gebildet werden, welche im Allgemeinen einen geradlinigen Verlauf besitzen und die, unter einander in verschiedenster Weise zusammenstossend, eckige Felder oder Tafeln umschliessen. Es ist Regel, dass die in solcher Weise gebildeten Hüllen eine mehr oder weniger grosse Neigung haben, durch Auflösung des Zusammenhanges der Membran längs dieser Verdickungsleisten in einzelne Platten oder Tafeln zu zerfallen. Worauf dieser leichte Zerfall der stärker ausgebildeten Hüllen eigentlich beruhe, ist bis jetzt nicht sicher bekannt und soll später discutirt werden.

An Glenodinium reihen sich zunächst einige Formen an (sog. Clathrocysta St.), bei welchen die, wie es scheint, mässig dicke Hülle von zahlreichen, zu ziemlich kleinen polygonalen Feldern zusammengeordneten Verdickungsleisten gleichförmig überzogen wird (52, 2). Bei einer derselben findet sich als weitere Eigenthümlichkeit eine ziemlich weite Oeffnung des vorderen Poles, die sog. Apicalöffnung, welche bei fast allen noch zu besprechenden Peridiniden wiederkehrt. Im Zusammenhang damit ist der vordere Pol oder Apex zu einer umgekehrt trichterförmigen Röhre ausgewachsen.

Sehr nahe mit den eben erwähnten Formen sind diejenigen verknüpft, welche Stein unter der Bezeichnung Heterocapsa zu einer besonderen Gattung vereinigt, zu welcher aber wohl auch das Glenodinium trochoideum Stein's gerechnet werden muss, das seiner allgemeinen Form nach hiehergehört und auch nach den Untersuchungen von Klebs keine ganz structurlose Hülle besitzt. Alle diese Formen (52, 1) sind mit einer

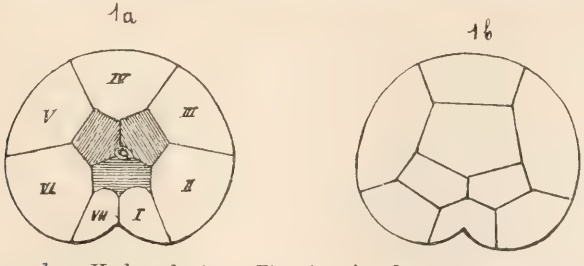
Apicalöffnung versehen. Die typischen Heterocapsen Stein's nähern sich den folgenden Gattungen durch die geringere Zahl der Felder, welche die Verdickungsleisten an ihrer Schalenhülle hervorrufen. Sie zeigen ausserdem eine ziemliche Verschiedenheit in der Bildung der Vorder- und Hinterhälfte der Hülle.

Unter diesen Heterocapsen, welche Stein nur als provisorische Gattung auffasst, befinden sich zwei Formen, welche durch grössere Zahl kleinerer, polygonaler Tafeln der vorderen Hälfte noch an die Verhältnisse bei Clathrocysta erinnern. Diese Tafeln ordnen sich im allgemeinen in drei der Querfurche parallelen Kränzen um den Apicalpol, deren Tafelzahl, entsprechend der Weitezunahme nach dem Aequator zu sich vermehrt. Bei dem H. triquetrum (52, 1) finden sich dagegen nur zwei Tafelkränze in der Vorderhälfte und die Zahl der Tafeln der Kränze ist geringer. Damit sind denn Verhältnisse gegeben, welche zu denen der meisten übrigen Peridinidengattungen überleiten.

Die Verhältnisse der Täfelung bei den übrigen Peridiniden zeigen, wenn wir von der hinsichtlich ihrer Stellung zweifelhaften Gattung Ceratocorys absehen, sehr viel Uebereinstimmendes. Vorder- wie Hinterhälfte der Hülle weisen je zwei Kränze von Tafeln auf, von welchen sich die centralen oder polaren um die Pole, die aequatorialen um den Aequator oder den Rand der Querfurche ordnen. Wir können daher diejenigen Tafeln (resp. die einzige), welche die polaren Gürtel zusammensetzen, als die polaren, oder die vorderen, wenn wir den vorderen Pol als den Apex bezeichnen, auch die apicalen benennen, die hinteren polaren dagegen als die antapicalen. Stein bezeichnet die Apicalplatten als „frontale", die Antapicalplatten dagegen als die „Endplatten".

Die Aequatorialplatten können ihrerseits wieder in prae- und postaequatoriale unterschieden werden. Stein nennt dieselben im Allgemeinen „Basalia" und unterscheidet vordere und hintere.

Orientiren wir uns nun zunächst über die Verhältnisse bei einer Form, welche, wenn auch vielleicht nicht die ursprünglichste, so doch als Ausgangspunkt für die Darstellung von Vortheil ist. Bei der Gattung Goniodoma (T. 52, 5a—c u. Holzschn. Fig. 1a—b), deren allgemeine Gestaltung mit Glenodinium wohl übereinstimmt, finden wir in der vorderen Hälfte einen Gürtel von 7 Aequatorialplatten, welche sich so vertheilen, dass eine unpaare, die wir als die vierte bezeichnen, dorsal liegt, während ihr

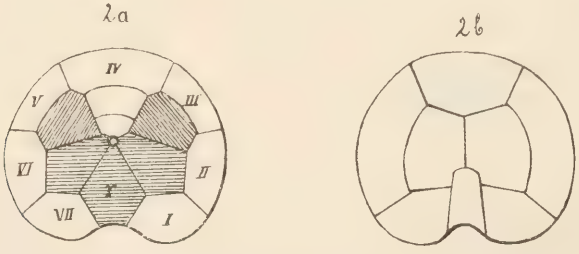


Erklärung der Holzschnitte Fig. 1a—b. Schema der Tafelordnung der Hülle von Goniodomata. Die vordere Hälfte in der Ansicht auf den Apex; Ventralseite nach unten. Die Apicalplatten sind schraffirt. 1b. Ansicht der Hinterhälfte in gleicher Stellung, man sieht also von innen auf den Antapex. — Auf sämmtlichen folgenden Holzschnitten zur Erläuterung der Tafelbildung der Hülle sind entsprechende Ansichten der resp. Schalenhälften dargestellt.

ventralwärts zwei (I u. VII) gegenüber stehen und den Theil der Längsfurche, der sich auf die vordere Körperhälfte erstreckt, bedecken. Stein fasst diese beiden letzteren Platten als eine einzige auf, welche er vordere Mundplatte nennt; da jedoch eine mediane Verdickungsleiste, welche diese Mundplatte in zwei Tafeln scheidet, auf den Abbildungen Stein's deutlich zu sehen ist, und zwei entsprechende Tafeln bei Peridinium wiederkehren, habe ich mir die oben ausgesprochene Auffassung von der Zusammengesetztheit der sog. Mundplatten gebildet.

Die Plattenpaare II und VI, sowie III und V gruppiren sich symmetrisch auf den beiden Seiten, wie der beigefügte Holzschnitt zeigt. Apicalplatten finden sich drei, eine ventrale und zwei seitliche, welch' letztere in der Rückenlinie zusammenstossen; alle drei umschliessen das Scheitelloch. Die hintere Hälfte der Hülle weist zunächst ähnliche und gleich geordnete Aequatorialplatten auf, nur mit dem Unterschiede, dass die dünne Membran, welche die Längsfurche auskleidet, keine mittlere Sonderung zeigt, so dass sich also, wenn wir diese Membran (hintere Mundplatte Stein's) als Platte rechnen, nur 6 finden würden. Der polare Abschluss des hinteren Poles wird auch durch drei Antapicalplatten gebildet, deren Stellung jedoch eine um 180 Grad gegen die Apicalplatten verdrehte ist, wie aus dem Holzschnitt (1 b) am besten anerkannt wird. Die Geisselspalte ist nach Stein's Darstellung eine kleine, länglich ovale Oeffnung an der Zusammenstossungsstelle der Längs- und Querfurche.

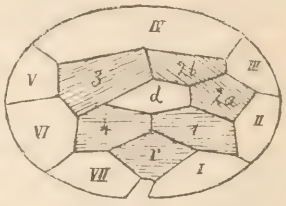
Von diesen Verhältnissen bei Goniodoma lassen sich nun leicht die der formenreichen Gattung Peridinium und der mit letzteren nahe verwandten Diplopsalis ableiten. Die Veränderungen, welche die vordere Schalenhälfte bei Peridinium (T. 52, 6, 7; 53, 1 u. Holzschn. 2 a—b) aufweist, beruhen wesentlich auf einer Verkürzung des vorderen Theils der Längsfurche, welche sich nur als ein kleiner Ausschnitt vor die Querfurche verlängert. Im Zusammenhang damit hat sich die ventrale Apicalplatte nach der Querfurche zu stark verlängert und ist gleichzeitig durch Auftreten zweier neuer meridionaler Verdickungsleisten in drei secundäre Tafeln zerlegt worden, von welchen wir die längere mittlere wegen ihrer rautenförmigen Gestalt mit Stein wohl als die Rautenplatte (r) bezeichnen dürfen.



Erklärung der Holzschnitte Fig. 2a—b. Schema der Tafelanordnung der Hülle von Peridinium. 2a die Vorderhälfte, 2b die Hinterhälfte.

Ferner haben sich in der dorsalen Mittellinie zwei hinter einander geordnete unpaare Tafeln (d und d') zwischen die seitlichen Apicalplatten eingeschoben, für welche wir nur bei dem später zu betrachtenden Gonyaulax ein Analogon finden. Uebrigens können diese beiden unpaaren dorsalen Platten auch durch Nichtsonderung nur als eine einzige vertreten sein.

2c



Erklärung des Holzschnittes Fig. 2c. Tafelanordnung der Vorderhälfte der Hülle von Peridinium cinctum nach Stein; d die hier einfache dorsale unpaare Apicalplatte, 2a und 2b die zerfallene Apicalplatte 2, von welcher Stein die Hälfte 2a als eine aus ihrer gewöhnlichen Lage verschobene zweite unpaare dorsale Apicalplatte deutet.

Eine beachtenswerthe Abweichung in der Täfelung des Vorderkörpers findet sich nach Stein bei Perid. cinctum (Ehbg.) St., doch deute ich dieselbe anders wie Stein; meine Ansicht geht am einfachsten aus der Betrachtung des nebenstehenden Holzschnittes (2c) hervor. Auf die abweichende Meinung Stein's will ich nicht näher eingehen.

In der Hinterhälfte (s. 2b) finden sich Verhältnisse, welche ganz denen von Goniodoma entsprechen, mit dem Unterschiede, dass statt der drei Apicalplatten dieser Gattung zwei seitliche vorhanden sind. Bei einigen Peridinien, am ansehnlichsten bei Per. divergens, verlängern sich diese beiden Antapicalplatten in je einen hohlen, hornartigen Fortsatz (53, 1a—b), welche nach hinten divergirend auseinander weichen. Bei anderen Formen sind diese hinteren Fortsätze weniger entwickelt und nicht mehr hohl, sondern solid. Als Beispiel kann Peridinium Michaelis (52, 8) nach den Untersuchungen Bergh's (Protoperidinium Bergh) und Stein's dienen. Die Fortsätze sind hier zwei quergestellte dünne Blätter, welche der Länge nach von einer dickeren Rippe durchzogen werden; letztere sind eine directe Fortsetzung der die Längsfurche begrenzenden Verdickungs- oder Randleisten. — Wir werden ähnlichen Fortsatzbildungen auch noch bei anderen Peridiniden begegnen.

Besonderes Interesse besitzt die Beschaffenheit der Geisselspalte bei unserer Gattung. Die Abbildungen Stein's geben hierüber wenigstens so weit Aufschluss, dass sich unter Berücksichtigung der Verhältnisse bei Ceratium, welche principiell übereinstimmend zu sein scheinen, das Wesentlichste feststellen lässt. Die Geisselspalte scheint nämlich bei fast allen Peridinien nicht mehr eine einfache Oeffnung zu sein, sondern ein längerer, spaltartiger Schlitz der Membran, welche die Längsfurche auskleidet (53, 1a, gs). Der Spalt liegt nicht in der Mittellinie der Längsfurche, sondern asymmetrisch längs ihrer linken Randleiste. Seine Längsausdehnung ist ziemlich variabel; während sich bei Per. divergens (53, 1a, gs) und anderen der Spalt über die ganze Längsfurche bis an das Hinterende erstreckt, reicht er nach den Abbildungen Stein's bei Per. tabulatum und anderen

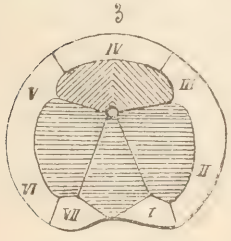
nur bis zur Mitte der Längsfurche nach hinten. Sein Beginn liegt in den eben namhaft gemachten Fällen stets an der Stelle, wo sich das linke Ende der Querfurche mit der Längsfurche vereinigt.

Der rechte Rand der Spalte scheint gewöhnlich von einem leistenartigen Vorsprung der Längsfurchenmembran gebildet zu werden und, soweit die Abbildungen verständlich sind, scheint die Basis dieser Leiste durch eine Verdickung ausgezeichnet zu sein, welche bei manchen Formen einen etwas welligen Verlauf nimmt (52, 6a). Der linke Rand wird entweder direct von der linken Randleiste der Längsfurche oder von der Membran der Furche gebildet.

Bei Perid. divergens und einigen anderen ist der Geisselschlitz jedenfalls in seiner ganzen Ausdehnung äusserst eng und nur sein hinteres Ende zu einer ovalen Oeffnung erweitert, aus welcher die Längsgeissel hervortritt; Stein bezeichnet diese Oeffnung als den Mund. Bei Per. tabulatum wäre nach Stein umgekehrt das vordere, an die Querfurche anstossende Ende der Spalte zu einer rundlichen Oeffnung erweitert, doch zweifle ich, ob diese Verhältnisse richtig angegeben sind. Jedenfalls bedarf es erneuter Untersuchungen, um das Verhalten der Geisselspalte bei dieser und anderen Gattungen festzustellen.

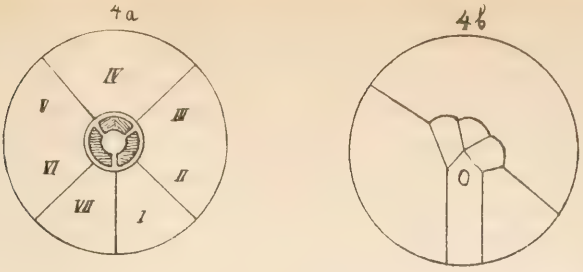
Sehr abweichend soll nun nach Stein die Spalte bei dem überhaupt recht eigenthümlichen Peridinium globulus sein, indem dieselbe hier eine ovale, ganz hinten in der Längsfurche gelegene Oeffnung darstelle (52, 7; gs).

Das gleiche Verhalten der Geisselspalte findet sich nach Bergh und Stein auch bei der nahe verwandten Gattung Diplopsalis (53, 2). Ueber deren Hülle sei kurz bemerkt, dass die hintere Hälfte ganz mit Peridinium übereinstimmt, die vordere dagegen dadurch abweicht, dass im Aequatorialgürtel die seitlichen Platten 2 und 3, sowie 5 und 6 nicht gesondert, sondern durch je eine Platte repräsentirt sind (s. nebenst. Holzschn. Fig. 3). Ebenso werden in dem Kranz der Apicalplatten die beiden seitlichen Paare des Peridinium nur von je einer einzigen repräsentirt und ist auch nur eine unpaare dorsale Apicalplatte vorhanden. Stein bildet aber eine sehr bemerkenswerthe Variation der Prääquatorialplatten eines Individuums ab; die Formel für die Hälfte des prääquatorialen Gürtels wäre bei demselben 1, 2, 3 + $4^1/_2$, ähnlich wie bei der später zu erwähnenden Gattung Gonyaulax.



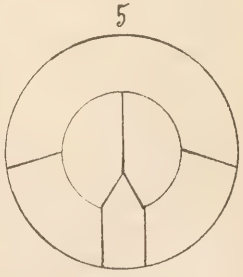
Erklärung des Holzschn. Fig. 3. Schema der gewöhnlichen Tafelanordnung der Vorderhälfte von Diplopsalis.

Zwei weitere, interessante Gattungen Stein's Blepharocysta und Podolampas scheinen recht innig mit Peridinium und speciell mit dem oben erwähnten Peridinium globulus verwandt zu sein, doch verräth namentlich Podolampas in der allgemeinen Gestaltung auch Beziehungen zu den um Peridinium Michaelis sich gruppirenden Formen. Blepharocysta (53, 3) besitzt eine kugel- bis



Erklärung der Holzschnitte Fig. 4a—b. Schema der Tafelanordnung von Blepharocysta. 4a Vorderhälfte; 4b Hinterhälfte.

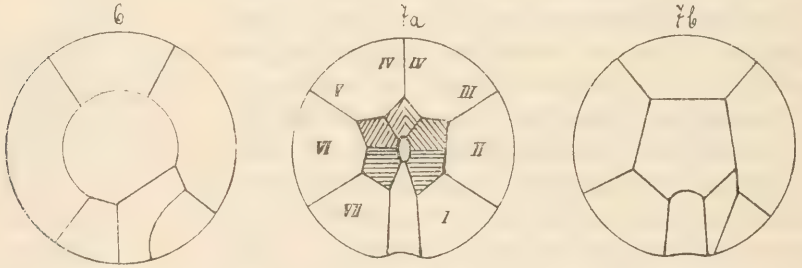
eiförmige Gestalt, Podolampas (55, 9) dagegen einen den Hinterleib an Länge beträchtlich übertreffenden Vorderkörper, dessen Apex sich in eine mehr oder weniger lange, umgekehrt trichterförmige Scheitelröhre fortsetzt. Dadurch wird die Gestalt dieser Gattung eine umgekehrt kreiselförmige. Das hervorstechendste Merkmal beider Gattungen besteht einmal in der Nichtausbildung der Querfurche und eigentlich auch der Längsfurche, indem letztere zwar durch verdickte Randleisten angedeutet scheint, aber eine Vertiefung der die Furchenregion überziehenden Membran, der hinteren Mundplatte Stein's, fehlt. Wie bei Peridinium globulus und Diplopsalis, mit welch' letzterer Gattung in der Täfelung der Hülle gewisse Uebereinstimmungen vorhanden sind, liegt die längsovale (Blepharocysta) bis querhalbmondförmige Geisselspalte (Podolampas) ganz hinten in der Längsfurche. Die Täfelung der Hülle verhält sich folgendermaassen (s. Holzschnitt 4a—b): Der prääquatoriale Gürtel wird, wie dies bei Diplopsalis gewöhnlich, aus 5 Platten gebildet, indem auch hier 2 und 3, sowie 5 und 6 jederseits als nichtgesondert zu betrachten sind. Die Prääquatorialplatten sind sehr hoch, indem der polare Gürtel recht wenig entwickelt ist. Bei Blepharocysta (4a) besteht derselbe aus drei kleinen Plättchen, welche denen von Diplopsalis entsprechen, mit Ausnahme der Rautenplatte, welche beiden Gattungen völlig fehlt. Bei Podolampas soll dagegen der polare Gürtel, welcher die Scheitelröhre bildet, keine weitere Zusammensetzung zeigen. Auch in der Bildung der hinteren Hälfte ist ein eigenthümliches und übereinstimmendes Verhalten zu beobachten. Die Platten 2, 3, sowie 4 und 5 sind je zu einer grossen Tafel vereinigt, so dass sich also nur 3 Aequatorialplatten finden, während der polare Ring bei Blepharocysta aus den drei Platten des Goniodoma, bei Podolampas aus den beiden des Peridinium gebildet wird. Bei der ersteren Gattung erheben sich die Randleisten der Längsfurche zu beiden Seiten der Geisselspalte zu zwei kleinen flügel- bis ohrförmigen Fortsätzen, eine Einrichtung, die entwickelter auch schon bei Diplopsalis vorkommt, indem



Erklärung des Holzschnittes Fig.5. Schema der Tafelanordnung der Hinterhälfte von Podolampas.

sich hier diese Flügelleisten nach Bergh in der gesammten Ausdehnung der beiden Ränder der Längsfurche erheben, wogegen Stein nur eine linke gefunden haben will. Dass diese Flügelleisten trotz ihrer etwas abweichenden Stellung den hinteren Fortsätzen der Peridinien entsprechen dürften, scheint mir aus dem Verhalten von Podolampas sicher hervorzugehen. Bei Pod. bipes (55, 9a) finden wir auf den Antapicaltafeln dieselben beiden queren dreieckigen Fortsätze mit je einer stärkeren Mittelrippe wie bei Peridinium Michaelis. Von der Mittelrippe des linken Fortsatzes aber entspringt eine linke Flügelleiste (l), die längs der linken Seite der Geisselspalte bis etwas vor dieselbe zieht. Wir dürfen daher annehmen, dass die hinteren Fortsätze und die Flügelleisten aus gemeinsamer Grundlage hervorgingen, wovon später noch mehr. Bei Podolampas palmipes (9b) zeigt sich eine Abweichung darin, dass die beiden hinteren Fortsätze dorsal hinter der Geisselspalte mit einander verwachsen sind und der linke länger ist wie der rechte.

In gewisser Hinsicht scheint sich an die ebenerwähnten Gattungen auch das von Stein errichtete Genus Amphidoma anzuschliessen, doch bin ich, nach der Lage meiner Kenntnisse, nicht im Stande, zu entscheiden, ob hier nur Annäherung oder wirkliche Uebereinstimmung vorliegt. Diese Gattung (53, 4) weist zwei ziemlich gleich entwickelte Körperhälften auf, mit gut ausgebildeter Quer-, aber nur wenig entwickelter Längsfurche, welche das Hinterende nicht erreicht. Beide Pole spitzen sich ziemlich zu, so dass die Gestalt eine annähernd doppelkeglige ist. Die Zusammensetzung des Vorderkörpers stimmt nun ganz mit Blepharocysta überein, der Hinterkörper dagegen weicht namhaft ab, indem sich die normalen 5 Tafeln finden, aber nur eine einfache, ansehnliche antapicale Platte (s. Holzschn. Fig. 6). Auf der linken Seite der Längsfurche findet sich neben der postäquatorialen Tafel 1 noch eine Platte, welche wir bei den



Erklärung der Holzschnitte Fig. 6—7. Fig. 6 Schema der Tafelanordnung der Hinterhälfte von Amphidoma. Fig. 7a—b. Schema der Tafelanordnung von Gonyaulax polyedra. a. Vorderhälfte; b. Hinterhälfte.

seither besprochenen Gattungen nicht beobachteten und von welcher ich mit Stein annehmen muss, dass sie aus einem Theil der die Längsfurche bekleidenden Membran entstanden ist, indem sich wohl eine Art Rückbildung der bei den Vorfahren breiteren Längsfurche ausgebildet hat.

Bemerkenswerther Weise treffen wir die gleiche Bildung der Hinterhälfte bei der Gattung Gonyaulax (52, 3 u. Holzschn. 7b), welche desshalb wohl auch Amphidoma nahe steht. Ihre Gestalt ist z. Th. eine ganz peridiniumartige. Die Vorderhälfte aber weist dieselbe Bildung auf, wie sie bis jetzt nur bei Diplopsalis als Abnormität beobachtet wurde, nämlich 6 äquatoriale Platten der Formel 1, 2, 3 + $4^1/_2$ (s. Holzschn. 7a).

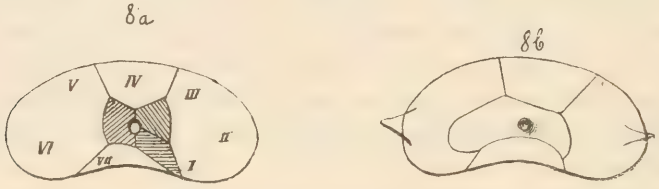
Apicalplatten findet Stein nur drei, ich dagegen bei Gonyaulax polyedra 5, vielleicht variiren sie also. Die bedeutsamste Eigenthümlichkeit des Gonyaulax ist aber die Ausdehnung der Längsfurche über den ganzen Vorderkörper bis zum Scheitel.

Bevor wir diejenigen Formen erörtern, welche sich vielleicht an die letztbesprochenen mit einiger Sicherheit anreihen lassen, wollen wir uns noch zwei Seitenzweige betrachten, die sich aus ziemlich ursprünglichen, jedoch in einiger Hinsicht mit Peridinium verwandten Peridiniden hervorgebildet haben müssen. Unter diesen verdienen zunächst die Ceratien, jene reizenden Dinoflagellaten des Meeres und Süsswassers unsere Aufmerksamkeit.

Ein bezeichnender Character dieser Gattung ist einmal: die grosse Ausdehnung, welche die Längsfurche in der Breite erlangt (53, 9a, 10b; lf.), so dass sie zu einem breiten Bauchausschnitt oder Feld wird, welches sich auch ein beträchtliches Stück auf die Vorderregion erstreckt. Bekleidet wird dieser Bauchausschnitt von einer zarten Fortsetzung der dicken übrigen Schalenhülle, was zuerst Stein nachwies. Die früheren Forscher, auch noch Bergh, Klebs, Pouchet und Gourret, hielten diesen Ausschnitt für nackt. Am linken Rande desselben zieht eine lange, schmale Spalte hin, welche sich von dem linken Ende der Querfurche bis an das Hinterende des Bauchausschnittes fortsetzt, die Geisselspalte. Dieselbe zeigt im Wesentlichen die gleiche Bildung wie bei Peridinium, ist jedoch in ihrer Beschaffenheit, wenigstens bei Ceratium Tripos, von mir etwas eingehender studirt worden, als dies bei Peridinium bis jetzt geschah. In der ganzen Ausdehnung dieser Geisselspalte ist der Weichkörper zu einer schmalen Rinne eingesenkt (54, 1b; gs), der Geisselrinne, auf deren Seitenränder die Membran (fm) des Bauchausschnittes sich fortsetzt und bis an den Grund der Rinne zu verfolgen ist. Hier aber liegt das Plasma wohl in der ganzen Ausdehnung der Rinne nackt. Der rechte Rand der Rinne erhebt sich stärker und legt sich nach links dachartig über dieselbe herüber, wodurch sie in ihrer ganzen Ausdehnung zu einer linksseitig mit einem schmalen Spalt versehenen Röhre wird, die sich am Hinterende des Bauchausschnittes durch ein ovales, ziemlich ansehnliches Loch öffnet. Aus diesem Loch tritt die Längsgeissel heraus, die in ihrem proximalen Verlauf in die Rinne eingelagert ist und am Vorderende derselben, dicht neben dem linken Ende der Querfurche entspringt. An derselben Stelle inserirt sich auch die Quergeissel (s. 53, 9a; 54, 1a—b).

Der Apex ist stets in eine mehr oder weniger lange, bei den meisten marinen Formen sogar sehr lange, geöffnete Scheitelröhre ausgewachsen und auch der Antapex zu einem hinteren, zugespitzten Horn (aah) von recht verschiedener Länge entwickelt.

Bevor wir die durch anderweitige Auswüchse sehr mannichfaltige Gestaltung der Ceratien eingehender verfolgen, wird es angezeigt sein, die Täfelung der Hülle etwas genauer zu betrachten.[1]) Dieselbe lässt sich zwar auf die allgemeinen Verhältnisse der Peridiniden zurückführen, scheint aber im Ganzen ziemlich vereinfacht zu sein. Nach Stein's Darstellung finden wir im äquatorialen Gürtel des Vorderkörpers nur 3 Tafeln (s. den Holzschnitt Fig. 8a), welche nach meiner Auffassung etwa folgender-



Erklärung des Holzschnittes Fig. 8. Schema der Tafelanordnung von Ceratium. a. Vorderhälfte; b. Hinterhälfte.

maassen auf die 7 von Peridinium zurückzuführen sind: die dorsale Platte entspricht No. IV, die grosse linke einer Vereinigung von No. I bis III und die rechte einer Vereinigung von No. V bis VII; doch ist wohl ein nicht unansehnlicher Theil der Tafel VII in die Bildung des breiten vorderen Theils des Bauchausschnittes eingegangen. Apicalplatten finden sich nach Stein nur drei, welche denen von Goniodoma (s. Fig. 1a, p. 927) etwa entsprechen, doch erstreckt sich die ventrale Tafel bei Ceratium tetraceros und Hirundinella bis zu dem linken Ende der Querfurche und erlangt dadurch einige Uebereinstimmung mit der Rautenplatte der Peridinien; bei den übrigen reicht sie jedoch nicht bis zum Aequator. Klebs konnte nun aber beobachten, dass die Apicalregion (Scheitelröhre) bei Ceratium Tripos zuweilen auch in 4 (ebenso Pouchet 37, p. 418) und noch mehr Tafeln zerfällt, was auch nicht unwahrscheinlich ist; es werden eben die Linien des weiteren Zerfalls wohl denen entsprechen, welche bei Peridinium (siehe Fig. 2a, p. 928) die grössere Zahl der apicalen Tafeln scheiden. Auch an dem Hinterkörper (8b) findet sich eine entsprechend geringe Sonderung der Tafeln, indem derselbe sich ebenfalls nur aus drei postäquatorialen Platten von der sehr wahrscheinlichen Formel 1 + 2, 4 + 5 und 3 aufbaut. Am Antapex findet sich nur eine einzige Tafel, welche in das hintere Horn (aah) ausgewachsen ist.

[1]) Klebs (44) hat schon die von Brandt (Mitth. zoolog. Stat. Neapel Bd. IV, p. 295) aufgestellte Ansicht, dass die Hülle der Ceratien aus zwei, nach Analogie der Verhältnisse bei den Bacillariaceen, längs der Querfurche in einander geschachtelten Hälften bestehe, zurückgewiesen; auch ich fand bei meinen Untersuchungen nicht den geringsten Anhalt hierfür.

Diese Neigung zur Entwicklung hornartiger Auswüchse ist nun bei den Ceratien noch an zwei weiteren Körperstellen vorhanden, nämlich an den beiden postäquatorialen Seitenplatten. Zunächst scheint ein solches Seitenhorn an der rechten Seitenplatte aufgetreten zu sein. Es findet sich allein neben dem Hinterhorn bei Ceratium tetraceros (= cornutum; 53, 7a), Furca, Fusus (54, 2a) und Tripos (53, 10b) vor. Bei den drei erstgenannten bleibt es im Allgemeinen klein, bei der letztgenannten Art wird es dagegen sehr lang, hat aber wie das Hinterhorn eine merkwürdige Veränderung des bei den übrigen Arten ziemlich nach hinten gerichteten Verlaufes erfahren. Beide Hörner biegen nämlich nach ihrem Ursprung sofort um und verlaufen in sehr variabler Krümmung und Länge nach vorn. Ein viertes Horn, aus der linken postäquatorialen Seitenplatte hervorwachsend, findet sich in ziemlich verschiedener Entwickelung bei Ceratium Hirundinella (53, 9a) und bleibt gewöhnlich kleiner wie das rechte Seitenhorn. Bei einer marinen Form endlich, welche Gourret als Cer. quinquecorne beschrieb und die der letzterwähnten Art recht ähnlich ist, soll sich auf der linken Rückseite des Hinterkörpers noch ein fünftes Horn finden.

Wie gesagt, bietet die Entwickelung dieser Hörner der Ceratien ein Feld für die mannichfachsten Variationen auch innerhalb der Arten, zwischen welchen sich die unverkennbarsten Uebergänge finden. Die geringste Ausbildung eines einzigen Seitenhornes ist bei dem langspindelförmigen Cer. Fusus (54, 2a) zu beobachten und bei gewissen Varietäten desselben ist es ganz reducirt.

Nach einer anderen Richtung leiten sich von peridiniumartigen Formen zwei interessante, von Stein entdeckte Gattungen ab, welche er in näheren Zusammenhang mit den Cystoflagellaten (Noctiluca) zu bringen versuchte und desshalb auch ihre naturgemässen Beziehungen zu den Peridiniden verkannte. Aus Rücksicht auf diese vermeintlich innige Verwandtschaft mit Noctiluca gab er ihnen eine von den übrigen ganz abweichende Orientirung. Die erste dieser Gattungen, der ansehnliche Pyrophacus nämlich (54, 3a—b), zeigt auf den ersten Blick die nahen Beziehungen zu den eigentlichen Peridinien. Sie leitete sich vielleicht von Formen her, welche Diplopsalis nahe standen; wie die letztere Gattung besitzt sie nämlich einen sehr niedergedrückten, linsenförmigen Körper mit wohl ausgeprägter äquatorialer Querfurche und nur kurzer Längsfurche des Hinterkörpers. Stein bezeichnet den Hinterkörper als die Rücken-, den Vorderkörper als die Bauchfläche, da er die gleichen Flächen bei Noctiluca unterscheiden will.

Die ziemlich dicke Hülle weist eine Täfelung auf, die sich der der Peridinien im Allgemeinen anschliesst, nur wird die Plattenzahl, wohl in Zusammenhang mit der bedeutenden Körpergrösse, im Alter eine beträchtlich höhere. Auf den von Stein abgebildeten verschiedenen Altersstadien lässt sich verfolgen, dass die Vermehrung der Platten durch die Ausbildung neuer Verdickungsleisten, welche die ursprünglichen Platten in

secundäre theilen, zu Stande kommt. Im Vorderkörper finden wir einen äquatorialen Gürtel von 9 bis 14 und einen apicalen von 4 bis 7 Platten, wozu sich noch eine ventrale, schmale, etwas geschwungen verlaufende Platte gesellt (r), welche von dem Apex bis zu der Querfurche reicht. Stein bezeichnet sie als Stabplatte, da er sie dem sog. Staborgan der Noctiluca vergleicht, sie entspricht aber wohl sicher der früher geschilderten Rautenplatte des Peridinium. Eine deutliche Apicalöffnung ist vorhanden und wird von Stein seltsamer Weise als After bezeichnet. Am Hinterkörper wurden 10 bis 14 postäquatoriale und 3 bis 13 antapicale Platten beobachtet, welch' letztere etwas unregelmässig zusammengruppirt und im Alter so geordnet sind, dass einige, wie es scheint gewöhnlich drei, central stehen und die übrigen einen Kranz um dieselben formiren. Die kurze Längsfurche wird in ihrer ganzen Ausdehnung von einer Geisselspalte durchzogen, welche, soweit ich die Stein'sche Schilderung und seine Zeichnungen verstehen kann, dem früher geschilderten Geisselspalt gewisser Peridinien sehr ähnlich ist. Das Hinterende dieses Spaltes scheint zu einer runden Oeffnung erweitert zu sein, wie sie bei Peridinium divergens und Ceratium angetroffen wurde.

Mit der Gattung Pyrophacus stimmt nun der von Stein als Ptychodiscus (54, 4) bezeichnete Organismus in der allgemeinen Bildung nahe überein. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass eine Täfelung, mit Ausnahme der wie bei Pyrophacus am Vorderkörper deutlich markirten Rautenplatte (r), fehlt. Eine eigentliche Querfurche ist nur undeutlich ausgebildet, an ihrer Stelle findet sich, wie früher erwähnt, eine dünne Membran, welche die kleinere vordere Hälfte der Hülle mit der grösseren hinteren verbindet. Dass diese Membran, wenn sie auch keine deutliche Furche bildet, das Homologon der Querfurche ist, scheint keinem Zweifel unterworfen zu sein. Die Längsfurche entspricht ganz der des Pyrophacus und wird auch nach Stein's Angabe von einem feinen Geisselspalt durchzogen, welcher keine hintere Erweiterung zeigt. Die im Allgemeinen grosse Uebereinstimmung zwischen den beiden Gattungen scheint mir die Möglichkeit zuzulassen, dass unter Umständen auch bei Ptychodiscus eine Täfelung der Hülle zur Entwickelung gelangen könne; vielleicht waren die von Stein beobachteten Exemplare unausgewachsene.

Wir wenden uns schliesslich zu zwei letzten Gattungen der Peridiniidengruppe, die sich entschieden als die abweichendsten documentiren, gerade desshalb aber ein besonderes Interesse beanspruchen, da sie zu der folgenden Familie, den Dinophysiden, eine gewisse Hinneigung verrathen. Es sind dies die Gattungen Oxytoxum St. (einschliesslich Pyrgidium Stein, dessen Verschiedenheit von der ersteren denn doch gar zu geringfügig ist) und Ceratocorys St. Die Abweichungen in dem Bau der noch wie bei den Peridiniiden aus einer grösseren Anzahl von Tafeln zusammengesetzten Hülle sind so erhebliche, dass ich es zur Zeit für ziemlich aussichtslos halte, deren Täfelung von den eigentlichen Peridiniiden

abzuleiten. Der gewichtigste Unterschied unserer beiden Gattungen von den letzteren besteht darin, dass die Anordnung der Tafeln eine ziemlich ausgesprochen bilateral symmetrische ist, so dass die Medianebene wenigstens die Haupttafeln in zwei seitliche, in übereinstimmender Weise zusammengesetzte Hälften scheidet. Dieses Verhalten aber darf wohl als eine Annäherung an die Dinophysiden betrachtet werden. Eine weitere recht bezeichnende Annäherung spricht sich aber bei Oxytoxum (53, 5—6) sicher darin aus, dass die vordere Körperhälfte viel kleiner ist als die hintere, höchstens die halbe Höhe der letzteren erreicht, nicht selten aber nur ein kleines Köpfchen darstellt. Wie schon früher erwähnt wurde, hatte Stein, der Entdecker dieser Formen, eine andere Auffassung derselben, indem er die kleinere Körperhälfte für die hintere nahm. Da sich aber die Längsfurche, wie gleich zu schildern sein wird, nur auf die grössere Hälfte erstreckt und in ihr auch die Geisselspalte liegt, welche bei keiner anderen Dinifere bisher auf dem Vorderkörper gefunden wurde, so kann ich die Stein'sche Ansicht nicht acceptiren. Lebende Exemplare wurden bis jetzt nicht beobachtet, ich zweifele jedoch kaum, dass sie meiner Ansicht die thatsächliche Bestätigung geben werden. Hinsichtlich der allgemeinen Körpergestalt der Oxytoxumarten ist zu bemerken, dass sich darunter solche mit ziemlich ovalem Hinter- und etwa halbkugligem Vorderkörper finden, bei den meisten jedoch eine ausgesprochene Neigung zur Längsstreckung und zur Bildung zugespitzter, stachelartig verlängerter Pole auftritt. Die Absetzung der beiden Körperhälften von einander ist eine viel schärfere wie bei den bis jetzt besprochenen Formen, da die Querfurche sehr breit wird und ihr Vorderrand, bei stärkerer Reduction des Vorderkörpers, einen viel geringeren Durchmesser besitzt wie der Hinterrand, so dass sich der Körper innerhalb der Furche deutlich keglig zuspitzt. Auch dieses Verhalten erinnert an zahlreiche Dinophysiden.

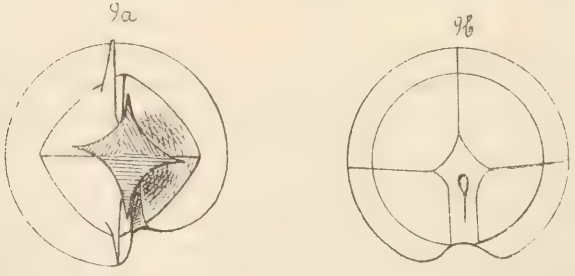
Leider ist nun die Täfelung der Hülle durch die Stein'schen Beobachtungen nicht so genau bekannt geworden, wie dies gerade bei dieser interessanten Gattung wünschenswerth wäre. Festzustehen scheint, dass sich der grössere Hinterkörper aus 5 grossen, den Postäquatorialplatten der übrigen Peridiniden im Allgemeinen entsprechenden Platten zusammensetzt, zu welchen sich dann noch eine den hinteren Pol oder Stachel bildende Antapicalplatte gesellt. Von den 5 erstgenannten Platten liegt eine ventral und enthält vorn die bei den sogen. Pyrgidien Stein's (53, 5) noch etwas längere, bei den eigentlichen Oxytoxen dagegen auf eine kleine hintere Ausbiegung der Querfurche beschränkte Längsfurche mit der engen, ovalen Geisselspalte. Diese Ventralplatte ist nun bei den sogen. Pyrgidien weniger entwickelt, sie reicht nämlich nicht ganz bis an die Antapicalplatte und ist gleichzeitig etwas asymmetrisch. Dadurch erlangt sie eine gewisse Aehnlichkeit mit der früher geschilderten hinteren Mundplatte der Amphidoma und des Gonyaulax und dürfte auch wohl wie diese aus der, die ursprünglich stärker entwickelte Längsfurche über-

ziehenden Membran hervorgegangen sein. Bei den eigentlichen Oxytoxen dagegen erreicht sie die Länge und symmetrische Beschaffenheit der übrigen 4 Platten, doch ist bemerkenswerth, dass auf den Abbildungen von Oxytoxum sphaeroideum bei Stein überhaupt nur 4 postäquatoriale Platten erscheinen. Die 4 weiteren Platten ordnen sich nun so, dass zwei die dorsale, zwei andere die ventrale Hälfte einnehmen.

Auch der Vorderkörper soll nach Stein eine entsprechende Zusammensetzung besitzen, doch tritt dies weder auf seinen Abbildungen hinreichend deutlich hervor, noch ist der Text in Betreff dieser Verhältnisse sehr präcis. Immerhin halte ich es für wahrscheinlich, dass Stein mit dieser Angabe das Richtige getroffen hat.

Schon oben wurde erwähnt, dass die Geisselspalte in der kurzen Längsfurche liegt. Stein zeichnet sie als eine mehr oder weniger länglich ovale Oeffnung, die bei den mit längerer Furche ausgerüsteten sog. Pyrgidien dem Hinterende der Furche nahe liegt. In diesem Fall lässt sich auf den Abbildungen z. Th. eine spaltartige dunkle Linie erkennen, welche, von der Oeffnung entspringend, in der Längsfurche nach vorn zieht, wesshalb ich es für wahrscheinlich halten möchte, dass wenigstens in diesen Fällen die Geisselspalte ein längerer feiner Spalt, ähnlich wie bei Peridinium ist, der sich an seinem Hinterende zu der geschilderten Oeffnung erweitert. Eine Apicalöffnung scheint Oxytoxum zu fehlen.

Indem wir uns zu der merkwürdigen Gattung Ceratocorys (54, 5) wenden, müssen wir leider nochmals auf die schon früher erwähnten Zweifel über deren richtige Orientirung hinweisen. Auch sie besitzt nämlich zwei sehr verschieden grosse Körperhälften, von welchen die kleinere wie ein flachgewölbter Deckel auf der grösseren, die etwa die Gestalt eines Topfes hat, aufsitzt. Stein erklärt nun die kleinere Region für die hintere; Gourret dagegen orientirt umgekehrt, indem er Ceratocorys direct den Dinophysiden beigesellt. Die Annahme der Gourret'schen Orientirung hat gewisse Schwierigkeiten, doch halte ich sie für nicht ganz unwahrscheinlich, weil eben noch anderweitige Analogien mit den Dinophysiden vorhanden sind. Wir betrachten also die grosse topfförmige Region als den Hinterkörper und seine Täfelung erinnert auffallend an



Erklärung des Holzschnittes Fig. 9. Schema der Tafelanordnung von Ceratocorys. a. Hinterhälfte in der Ansicht von aussen auf den Antapex, Ventralseite unten; b. Vorderhälfte in gleicher Stellung von innen.

die der Oxytoxen. Er besteht nämlich aus 4 grossen postäquatorialen Platten, zwei rechten und zwei linken und einer schmalen fünften Platte, die sich zwischen die beiden ventralen grossen Platten einlagert und desshalb wohl als hintere Mundplatte zu betrachten ist (s. Holzschn. 9a). Abgeschlossen wird das Hinterende durch eine vierseitige Antapicalplatte, deren Ecken mit den Trennungslinien der 4 grossen Platten zusammenfallen. Diese 4 Ecken sind nun in ansehnlich lange, divergirende, platte Hörner ausgewachsen, welche nach der Beschreibung Stein's in ihrer ganzen Länge von einem Centralkanal durchzogen werden, von welchem nach beiden Seiten fiederartig geordnete Seitenästchen ausgehen. Ein ähnliches plattes Horn entwickelt sich aus dem ganzen ventralen Rand der linken ventralen Postäquatorialplatte und gegenüber diesem ein rückenständiges aus dem dorsalen Rand der linken dorsalen Postäquatorialplatte.

Die Hülle des deckelförmigen Vorderkörpers wird von vier entsprechend gelagerten Platten gebildet und einer ventralen sog. vorderen Mundplatte, die sich von dem Apex bis zur Querfurche erstreckt, und also wohl der Rautensammt den Apicalplatten der Peridinien entsprechen dürfte. Diese Platte nun trägt auf ihrem Scheitel eine Oeffnung, von welcher sich ventralwärts eine Rinne bis zur Querfurche nach hinten fortsetzt. Letztere Oeffnung deutet Stein als Geisselspalte und dies veranlasste ihn jedenfalls hauptsächlich, die kleinere Körperregion für die hintere zu erklären. Es scheint mir nun aber recht wohl möglich, dass diese Oeffnung der Apicalöffnung der Peridinien entspreche, da sich diese bei Peridinium zuweilen in eine deutliche, ventral eine kleine Strecke herablaufende Spalte fortsetzt. Wo aber bei dieser Deutung die eigentliche Geisselspalte sei, lässt sich zur Zeit nicht sicher sagen, doch beschreibt Stein eine Längsrinne auf der hinteren Mundplatte, welche vielleicht auf den Geisselspalt bezogen werden kann.

Als eine auffallend an die Dinophysiden erinnernde Eigenthümlichkeit der Ceratocorys ist endlich noch hervorzuheben, dass die Randleisten der Querfurche in ungemein entwickelte Säume ausgewachsen sind, welche nahezu die Hälfte der Körperbreite an Höhe erreichen.

Wir müssen unsere Aufmerksamkeit nun der Familie der Dinophysiden zuwenden und werden finden, dass die Morphologie derselben recht übereinstimmend ist, so dass wir die Schilderung kurz fassen können.

Den wichtigsten Character der Familie bildet, wie schon gelegentlich erwähnt wurde, die grosse Verschiedenheit der beiden Körperregionen, indem die Querfurche dem Vorderende sehr nahe gerückt ist und weiter das Verhalten der Schalenhülle, welche höchstens einer einzigen Gattung fehlt. Die Eigenthümlichkeit der im Allgemeinen bilateralen Hülle besteht darin, dass sie eine durchgehende Trennungslinie in der Medianebene besitzt, ähnlich wie die der Prorocentrinen, also leicht in zwei seitliche Klappen zerfällt. Bei fast allen bekannten Dinophysiden übertrifft der Längsdurchmesser den queren, so dass ihre Gestalt vom nahezu kugligen oder ellipsoidischen bis zum langgestreckt nadel-

förmigen schwankt. Die Querfurche ist stets wohl entwickelt und zeigt eine Neigung zu mächtiger Erhebung der sie begrenzenden Leisten. Ihre beiden Enden stossen ventral stets aufeinander, sie ist also ringförmig geschlossen. Dagegen tritt nun die Längsfurche gewöhnlich stark zurück und scheint sich nur selten etwas über die vordere Hälfte des Hinterkörpers nach hinten zu erstrecken; auf den Vorderkörper dehnt sie sich überhaupt nur ganz selten aus.

Wie bemerkt, kennt man nur eine wahrscheinlich hierhergehörige Form, der eine Hülle möglicherweise abgeht, Amphidinium nämlich (54, 6—7), doch liegen über dieselbe recht verschiedene Angaben vor.

Während ihre Entdecker, Claparède und Lachmann, eine Hülle erwähnen und auch Stein eine zarte Hülle beschreibt, erklärt Spengel (35) sie für nackt und möchte sie desshalb mit Bergh den Gymnodiniden zurechnen. Letztere Ansicht scheint mir unhaltbar, auch wenn eine Hülle wirklich fehlt. Klebs (44) und Pouchet (48), welche das Amphidinium in jüngster Zeit gleichfalls untersuchten, sprechen sich nicht näher über diese Frage aus; auf ihren Abbildungen ist von einer Hülle übrigens nichts zu sehen.

Der Vorderkörper unserer Gattung ist namentlich bei dem gewöhnlichen Amphid. operculatum nur ein kleiner, knopfförmiger und etwas schief abgestutzter Anhang und der grosse Hinterkörper bei dieser Art in dorsoventraler Richtung stark abgeplattet. Ueber die ganze Bauchseite des Hinterkörpers zieht die Längsfurche, welche sich nach Stein's Darstellung vorn bedeutend verbreitert und mit der Querfurche zusammenfliesst. Spengel gibt dagegen an, dass beide Furchen sich nicht vereinigen. Nach Stein's Darstellung soll übrigens die Längsfurche veränderlich sein; die Membran reiche nur bis zu den Rändern dieser Furche, wäre demnach in deren ganzer Ausdehnung auf der Bauchseite gespalten und diese Ränder der Hülle sollen sich nähern und entfernen können, die Furche also entweder verdecken oder öffnen. Bei dem kleineren Amphidinium lacustre Stein's (54, 7a) ist der Hinterkörper nahezu kuglig und kaum abgeplattet, auch ist der Vorderkörper hier relativ etwas grösser, durch welche Eigenthümlichkeiten diese Form den Peridiniden viel ähnlicher ist wie die ersterwähnte.

In letzterer Hinsicht reiht sich ihr unter den echten Dinophysiden die gleichfalls von Stein entdeckte Gattung Phalacroma am nächsten an und es scheint mir unzweifelhaft, dass dieselbe eine der ursprünglichsten Dinophysiden ist. Dies geht einmal daraus hervor, dass die Grössendifferenz zwischen den beiden Körperregionen bei einem Theil der Phalacromen noch eine geringe ist (55, 1), indem sich der Vorderkörper derselben halbkuglig zu etwa der halben Länge des Hinterkörpers erhebt und ferner daraus, dass die Randleisten der Querfurche im Allgemeinen sich wenig mehr erheben wie bei den Peridiniden. Dennoch macht sich auch schon in dieser Gattung die Tendenz zur Abflachung der Vorderregion mehr und mehr geltend, ja erreicht bei gewissen Arten schon einen so hohen Grad, dass man eigentlich kaum mehr von einem Vorderkörper reden kann (55, 2). Der Hinterkörper ist entweder eiförmig

oder läuft hinten zugespitzt aus und ist wie bei den übrigen Dinophysiden mehr oder weniger comprimirt.

Eine gewisse Ursprünglichkeit zeigt die in Rede stehende Gattung auch dadurch, dass sich wenigstens bei Phalacroma nasutum die Längsfurche eine kleine Strecke weit auf den Vorderkörper fortsetzt; ich kann nämlich das von Stein bei dieser Art beschriebene Stirnfeldchen nur in diesem Sinne deuten. Als Längsfurche des hinteren Körpers haben wir bei dieser wie bei den übrigen Dinophysiden den schmalen von der Querfurche nach hinten ziehenden medianen Streif zu beanspruchen, welcher von den beiden eigenthümlichen, flügelförmigen Längsleisten begrenzt wird, deren Ausbildung ein charakteristisches Merkmal aller eigentlichen Dinophysiden bildet. Diese Leisten, welche zusammen die sog. „Handhabe" Claparèdes und Lachmann's darstellen, sind jedenfalls nichts anderes, wie die zu flügelförmigen Bildungen ausgewachsenen Randleisten der Längsfurche und den sog. Flügelleisten homolog, welche wir schon bei gewissen Peridiniden (Blepharocysta, Diplopsalis) kennen gelernt haben. Sowohl bei Phalacroma wie fast allen übrigen Dinophysiden ist die linke Leiste (l) länger und viel stärker ausgewachsen wie die rechte (l'). Beide Leisten setzen sich vorn durch Umbiegung direct in die hintere Randleiste der Querfurche fort. Die rechte erstreckt sich nun etwa nur halb soweit nach hinten wie die grössere linke, die bei Phalacroma etwa bis zur Körpermitte oder etwas über dieselbe nach hinten reicht. Letztere besitzt wohl in Verbindung mit ihrer stärkeren Entwicklung drei für die meisten Dinophysiden charakteristische Verdickungsleisten oder Rippen, welche in ziemlich gleichen Abständen die blattartig dünne Membran der Leiste durchziehen (r^1—r^3). Nur bei dem kleinen Phalacroma nasutum scheinen diese Rippen zu fehlen. Die vordere (1) und hintere Rippe (3) stehen ganz vorn, resp. hinten in der Leiste und laufen auf die vordere resp. hintere Ecke derselben zu; die Mittelrippe durchzieht die Mittelregion der Leiste.

Die Geisselspalte ist bei Phalacroma und allen übrigen Dinophysiden eine unansehnliche, von der Ventralseite gesehen, rundliche Oeffnung in der Längsfurche (54, 8c; gs) zwischen den beiden Flügelleisten und liegt, mit Ausnahme der Gattung Amphisolenia, zwischen der ersten und zweiten Rippe der linken Flügelleiste. Sie wird vorn und hinten, sowie auf der linken Seite von dunklen verdickten Rändern umzogen und setzt sich nach innen, wie Stein zuerst beobachtete und ich für Dinophysis bestätigen kann, in ein kurzes aber deutliches Röhrchen fort (55, 3a; gs).

In ihrer allgemeinen Morphologie schliesst sich die Gattung Dinophysis, welche der ganzen Familie den Namen gegeben hat, recht nahe an die eben besprochene an (54, 8; 55, 3a). Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass die Randleisten der Querfurche stärker entwickelt sind und in grösserer Entfernung von einander entspringen, indem die Querfurche im Allgemeinen breiter ist. Der Vorderkörper ist stärker reducirt

und zwar nicht nur an Höhe, sondern auch an Durchmesser, was sich, in Verbindung mit der Verbreiterung der Querfurche dadurch ausspricht, dass der Durchmesser der Basis der vorderen Randleiste der Querfurche bedeutend kleiner ist wie der der hinteren. Indem sich nun die vordere Randleiste auch ziemlich viel höher erhebt wie die hintere, wächst sie bei einem Theil der Arten zu einem trichterförmigen Gebilde aus, welches wir mit Stein der leichteren Orientirung wegen wohl als den Kopftrichter bezeichnen dürfen; die hintere Randleiste mag dann nach seinem Vorgang Halskragen genannt werden. Hiermit sind denn auch die wesentlichsten Eigenthümlichkeiten der Gattung Dinophysis erschöpft. Die Schwankungen der Gestalt interessiren uns hier weniger; der Hinterkörper erscheint bald mehr eiförmig bald länglicher gestreckt, ja zuweilen verschmälert sich seine hintere Hälfte sogar beträchtlich und spitzt sich zu. Wichtiger erscheint, dass das Hinterende bei einigen Arten einen schwanzartigen zugespitzten Fortsatz besitzt, an dessen Stelle bei Dinophysis acuta auch mehrere kürzere fingerartige vorhanden sein können. Ich muss diese Fortsätze auf Grund eigener flüchtiger Untersuchung für ähnliche Gebilde halten wie die Randleisten der Längsfurche. Es sind auch ganz platte längs der Zusammensetzungslinie der beiden Klappen verlaufende Leisten; ich blieb aber unsicher, ob sie nur von einer oder von beiden Klappen entspringen. Bei Dinophysis hastata und bei Phalacroma doryphorum wird die Mitte des schwanzartigen Fortsatzes auch von einer Verdickungsrippe durchzogen, wodurch er der linken Flügelleiste der Längsfurche noch ähnlicher wird. Bei Dinophysis acuta findet man häufig, dass die ganze Hülle von dem Ende der linken Randleiste ab in der Medianlinie von einem leistenartigen Kiele umzogen wird; derselbe ist nichts anderes, wie eine Ausdehnung der hinteren Fortsätze über die ganze Zusammensetzungslinie der Hülle. Eine solche Form mit völlig ausgebildeter Kielleiste haben schon Claparède und Lachmann als Varietät ihrer Dinoph. ventricosa beschrieben. Es finden sich auch Varietäten, bei welchen diese Kielleiste nur auf dem Rücken entwickelt ist und einen mehr oder weniger unregelmässigen gezackten oder welligen freien Rand besitzt. Ich habe diese Bildungen aus dem Grunde etwas genauer erörtert, weil sie bei einer noch zu betrachtenden Gattung eine viel ansehnlichere Entwicklung erreichen.

Bevor wir die Gattung Dinophysis verlassen, müssen wir kurz auf gewisse Differenzen, zwischen den Darstellungen, die Bergh und Stein von dem Verhalten der Flügelleisten der Längsfurche gaben, aufmerksam machen, da dieselben für die übrigen Dinophysiden jedenfalls in gleicher Weise gelten und gerade Bergh diesem Apparat eine besondere Bedeutung für die Vergleichung der Dinophysiden mit den Peridiniden und den Prorocentrinen beilegt. Wir haben uns in unserer Schilderung an die Resultate Stein's angeschlossen, da wir dieselben für Dinophysis acuta im Allgemeinen durch eigene Untersuchungen zu bestätigen vermögen. Danach verlaufen also die drei Rippen in der grösseren linken Flügelleiste; die kürzere rechte, welche in ihrem ganzen Verlauf deutlich von der linken gesondert ist (s. Fig. 8 c 54 und 3 a 55) enthält nur da, wo sie vorn in die Querfurchenleiste umbiegt, eine schwache Rippe (Fig. 3 a. 55). Bergh ist nun der Ansicht, dass die dritte Rippe (r^3) der linken Flügelleiste eigentlich der rechten angehöre und demnach von der rechten Klappe der Hülle ent-

springe, Man sollte demnach annehmen, dass die beiden Flügelleisten etwa von der zweiten Rippe ab nach hinten verwachsen wären und Bergh bemerkt auch mehrfach, dass dies so scheine, versichert aber auch wieder, dass die Leisten eigentlich getrennt seien. Die zwei vorderen Rippen (r^1 und r^2) der linken Flügelleiste gehören nach ihm der linken Klappe an. Die Betrachtung von der Ventralseite lehrt nun (Fig. 8c, 54), dass es wirklich so scheint, als wenn die hintere (r^3) und vielleicht auch die mittlere Rippe von der rechten Klappe entsprängen und diese Auffassung wird noch weiter dadurch gestützt, dass man auseinandergefallene Klappen findet, wo die beiden hinteren Rippen, sammt dem zwischen ihnen gelegenen Antheil der linken Flügelleiste in Verbindung mit der rechten Klappe geblieben sind und nur der vordere Theil der Flügelleiste in Verbindung mit der linken. Stein hat ein solches Exemplar abgebildet und ich beobachtete dasselbe.

Die eigentliche Geisselspalte hat Bergh nicht wahrgenommen und verlegt den Ursprung der Längsgeissel unrichtigerweise zwischen die zweite und dritte Rippe. Ich kann jedoch nicht umhin zu bemerken, dass die Schilderung, welche Bergh von der Bildung der Handhabe gibt, so schwer verständlich ist, dass ich nicht weiss, ob ich sie ganz richtig aufgefasst habe. Jedenfalls bedarf aber der ganze Apparat noch einiger specieller Studien zu seiner völligen Aufklärung.

Nahe verwandt mit Dinophysis, doch merkwürdig umgestaltet, erscheint die Gattung Histioneis Stein (55, Fig. 6). Das Eigenthümliche derselben besteht zunächst in fast völliger Reduction des Vorderkörpers, d. h. des von der Basis des Kopftrichters (vordere Randleiste der Querfurche) umschlossenen Feldes. Diese Basis des Kopftrichters ist zu einem ganz kleinen Kreischen geworden. Dabei hat sich aber die Basis des sog. Halskragens (der hinteren Randleiste der Querfurche) nicht verengt, sondern ist ungefähr an derselben Stelle wie bei Dinophysis geblieben, woraus also folgt, dass die Querfurche hier eine ungemeine Breite erlangt. Gleichzeitig aber wurde die Basis des Kopftrichters excentrisch nach der Ventralseite verschoben, die Querfurche ist also in ihrer dorsalen Region viel breiter wie in der ventralen.

Sowohl der Kopftrichter wie der Halskragen sind ungemein ausgewachsen, der erstere (vr) ist wirklich zu einem hohen, nach der Basis sich eng verschmälernden Trichter geworden, welcher an der Ventralseite wie bei Dinophysis durch einen Längsspalt unterbrochen ist.

Der Halskragen (hr) erhebt sich bei erwachsenen Exemplaren meist nahezu so hoch, wie der Trichter und ist seltsamer Weise und als einziger Fall in der Familie, nicht nur an der Ventralseite, sondern auch an der Dorsalseite unterbrochen, so dass er eigentlich aus zwei seitlichen Flügeln besteht. Den freien Rand beider Halskragenflügel umzieht eine Verdickungsleiste, doch setzt sich das Wachsthum der Flügel bei einigen Formen noch über diese Verdickungsleiste hinaus fort, wie später bei der Besprechung der feineren Bauverhältnisse der Hüllen noch genauer zu betrachten sein wird. Der linke Halskragenflügel setzt sich direct in die sehr stark entwickelte linke Randleiste (l) der Längsfurche fort wie bei Dinophysis; dieselbe ist so ansehnlich entwickelt, dass sie bis an den hinteren Pol reicht. Bei Histioneis crateriformis (und wohl auch biremis) weist sie im Uebrigen noch die Verhältnisse von Dinophysis auf, ist nämlich eine einheitliche Flügelleiste mit den drei Verdickungsrippen, von welchen die hintere (r^3) nahe an dem hinteren Pol

entspringt. Bei den übrigen, mehr umgestalteten Arten des Geschlechtes ist ein Zerfall der Leiste im Bereich der Mittelrippe eingetreten, so dass sie in einen Vorder- (l) und Hinterflügel (l^a) gesondert erscheint. Das Vorderende des Vorderflügels hat sich dann gewöhnlich von dem linken Flügel des Halskragens etwas emancipirt, oder ist wohl vielmehr neben demselben in eine freie zugespitzte Verlängerung ausgewachsen (s. Fig. 6 u. 6 a). Der Hinterflügel (l^a) ist sehr stark nach hinten ausgewachsen, sein Hinterende ist entweder zugespitzt oder im erwachsenen Zustande abgerundet, oder auch zu einem halbkreisförmigen flossenartigen Anhang verbreitert (6 a).

Die rechte Randleiste der Längsfurche kommt dagegen bei unserer Gattung überhaupt nicht zur Entwickelung, an ihrer Stelle findet sich nur eine Verdickungsleiste der Hülle, welche die Grenze der Längsfurche bildet.

Ein Wort verdient noch die eigenthümliche Gestaltung, welche der Hinterkörper bei gewissen Histioneisarten erlangt. Bei der ursprünglichsten halbkuglig erscheinend, reducirt sich bei anderen seine Längsaxe so sehr, dass er etwa kahnförmig wird; durch Bildung eines dorsalen Auswuchses kann die Gestaltung noch eigenthümlicher werden.

In vieler Hinsicht schliesst sich die Gattung Ornithocercus (55, 7) nahe an die eben beschriebene an. Sie theilt mit ihr die grosse Breite der Querfurche und die Excentricität der Basis des Kopftrichters (vr), doch ist derselbe nicht so hochgradig verengt. Die ungemeine Entwickelung der Randleisten der Querfurche finden wir auch hier, aber die dorsale Unterbrechung des Halskragens (hr) fehlt. Kolossal entwickelt ist die linke Randleiste der Längsfurche, während auch hier die rechte nicht zur Entwickelung gelangt. Die Sonderung der grossen linken Randleiste in einen Vorder- und Hinterflügel kommt auch Ornithocercus zu. Der Hinterflügel (l^a) aber dehnt sich noch weit über den hinteren Pol auf die Dorsalseite aus, indem er gleichsam einen hinteren Fortsatz, wie er bei gewissen Dinophysisarten vorkommt, in sich aufnimmt. Wir können nichtsdestoweniger in der grossen linken Randleiste die drei ursprünglichen Rippen (r^1—r^3) unterscheiden, welche etwa die Stellung wie bei Histioneis haben, dazu gesellt sich noch eine vierte (r^4), etwas dorsal von dem hinteren Pol entspringende, welche wohl derjenigen Rippe zu vergleichen ist, die sich bei Dinophysis und Phalacroma in dem hinteren Fortsatz zuweilen entwickelt. Bei sehr mächtiger Ausbildung der Randleiste, wie sie erwachsene Exemplare aufweisen, treten aber zwischen diesen 4 ursprünglichen Rippen noch zahlreiche secundäre auf und die Rippen erlangen eigenthümliche Weiterbildungen, die wir später noch betrachten werden.

In etwas anderer Richtung leitet sich von dinophysisartigen Formen die Gattung Citharistes ab (55, Fig. 5). Halskragen und Trichter haben hier etwa die Verhältnisse mancher Dinophysisarten. Der Hinterkörper ist ungefähr beutelförmig und in seltsamer Weise auf der vorderen Region der Dorsalseite mit einer sehr tiefen, von der Seite be-

trachtet, halbkreisförmigen Aushöhlung versehen, über welche sich nebeneinander, von vorn nach hinten, zwei brückenartige, aus Schalensubstanz bestehende Stäbe herüberlegen, gewissermaassen Stützen, welche dem durch die tiefe Aushöhlung in seiner Verbindung mit dem Hinterkörper sehr geschwächten Vorderkörper mehr Halt verleihen.

Die linke Randleiste (l) der Längsfurche ist stark entwickelt und reicht bis fast an den hinteren Pol. Ihre hintere Hälfte wird von einigen Rippen durchzogen, welche sich nicht gut auf die drei der übrigen Dinophysiden zurückführen lassen.

Endlich restirt noch die Besprechung der jedenfalls zu den interessantesten Dinophysiden gehörigen Gattung Amphisolenia (55, Fig. 4). Sie bildet wegen der kolossalen Längsentwickelung gewissermaassen ein Gegenstück zu Ceratium Fusus unter den Peridiniden. Es liegt eine echte Dinophyside vor, welche sich so stark verlängert hat, dass die Gestalt langspindelförmig bis nadelartig geworden ist. Die Zusammensetzung der, wie es scheint, nicht sehr dicken Schalenhülle aus zwei Klappen ist jedoch ganz deutlich, ebenso die beiden Randleisten der Querfurche, welche ungefähr die Verhältnisse von Dinophysis zeigen. Etwas abweichend haben sich dagegen die Flügelleisten der Längsfurche entwickelt; sie sind nämlich beide gleich ausgebildet, vorn am höchsten, nach hinten allmählich niedriger werdend und hören an der Stelle auf, wo sich der Geisselspalt (gs) in der ventralen Mittellinie findet und die ungefähr spindelförmige Erweiterung des Mittelleibes beginnt. Eigenthümlich ist auch der hintere Pol gebildet, indem er entweder kuglig angeschwollen (Fig. 4a) ist, oder in eine quergestellte flossenartige, mit drei Spitzchen versehene Verbreiterung ausläuft.

Noch bleibt eine der interessantesten Formen der Dinoflagellaten zur Betrachtung übrig, welche oben, wegen ihrer besonderen Eigenthümlichkeiten als Typus einer besonderen Familie beansprucht wurde; nämlich die von mir zuerst genauer geschilderte Gattung Polykrikos (55, 8a—b). Nachdem wir in den Abtheilungen der Rhizopoden und Radiolarien schon Bauverhältnisse kennen gelernt haben, die in gewissem Sinne als Segmentirungserscheinungen einer einfachen Zelle zu deuten waren, tritt uns bei Polykrikos die gleiche Erscheinung in viel entschiedenerer Ausprägung entgegen. Wir dürfen diese Gattung wohl von einer nackten, gymnodiniumartig gestalteten Urform ableiten, deren Körper beträchtlich in die Länge gewachsen ist und dabei eine Art Segmentirung, d. h. die Wiederholung gewisser Organe in der Längsrichtung erfahren hat. — Die allgemeine Gestalt ist demnach eine ungefähr tonnenförmige, im Querschnitt mässig abgeplattete, indem sich über die ganze Bauchseite, von dem bei der Bewegung vorangehenden Vorderende bis an das Hinterende eine Längsfurche verfolgen lässt; letzteres ist, wie zu erwarten, die stark ausgewachsene Längsfurche der Peridiniden. Statt einer einfachen Querfurche finden wir nun aber viele, welche sich

in ziemlich gleichen Abständen, wie die Reife einer Tonne, um den Körper herumlegen. Gewöhnlich scheint die Zahl dieser Querfurchen 8 zu betragen, wie es Bergh bei der von ihm beobachteten Form stets fand, während ich zwar auch diese Zahl der Furchen meist beobachtete, jedoch zum Theil auch mehr, wie ich mich sicher zu erinnern glaube, da sich bei der von mir studirten Form die Zahl der Querfurchen schon vor der eigentlichen Theilung vermehrte, so dass jeder der beiden Theilsprösslinge vor der Trennung schon seine 8 Querfurchen besass.

Die ventralen Enden aller Querfurchen fliessen mit der gemeinsamen Längsfurche zusammen und jede Querfurche verläuft wie bei den Peridiniden niedrig schraubenförmig, so dass ihre rechten ventralen Enden die Längsfurche ein wenig weiter hinten erreichen wie die linken. Es kann nun wohl keinem Zweifel unterliegen, dass auch die Quergeisseln eine der Zahl der Querfurchen entsprechende Vermehrung erfahren haben, wenigstens wurde in allen Querfurchen die Wellenbewegung beobachtet, welche in der einfachen Furche der Peridiniden von der einzigen Quergeissel bewirkt wird. Dagegen scheint eine entsprechende Vermehrung der Längsgeisseln sicher nicht eingetreten zu sein. Bergh fand gewöhnlich nur eine Längsgeissel („selten zwei"), welche eine kleine Strecke vor dem Hinterende aus der Längsfurche entsprang; ich dagegen beobachtete bei der von mir gesehenen Form noch eine zweite Längsgeissel an dem hinteren Pol, welche sich hier zwischen vier niedrigen lappigen Fortsätzen, zwei seitlichen und zwei medianen, die das Hinterende krönten, erhob.

5. Chemische Natur und feinere Structur der Schalenhülle.

Wie schon in der historischen Einleitung bemerkt wurde, verdanken wir Warming die Entdeckung, dass die Schalenhülle der Dinoflagellaten aus einer Cellulose ähnlichen Substanz bestehe, während Carter (19) das Gleiche für die Cystenhülle einer ruhenden Peridinide schon früher festgestellt hatte. Die späteren Beobachter: Bergh, Klebs und Bütschli konnten dies im Allgemeinen bestätigen, wenn auch die bekannten Reactionen auf Cellulose nicht bei allen Formen, welche untersucht wurden, gleich gut eintreten. Am besten gelingt gewöhnlich die Reaction mit Jod und Schwefelsäure, wogegen die Behandlung mit Chlorzinkjod meist keine Bläuung, sondern eine mehr oder weniger intensive Violett- bis Rothfärbung erzeugt, ja nach Klebs (44) bei den Ceratien überhaupt nur eine sehr schwache Färbung hervorruft. Nach demselben Beobachter sollen die von ihm bei Hemidinium und der als Glenodinium (Gymnodinium) pulvisculus beschriebenen Form beobachteten Membranen von Chlorzinkjod braun, resp. gelb gefärbt werden, es dürfte daher wohl zu vermuthen sein, dass dieselben nicht eigentlich in die Kategorie der Cellulosehüllen gehören.

Wie eine Cellulosemembran wird denn auch die Schalenhülle der Dinoflagellaten von schwächeren Mineralsäuren und Kalilauge nicht

gelöst, leicht dagegen von concentrirter Schwefelsäure. Doch versagt nach den Untersuchungen, welche Bergh hauptsächlich an Ceratien anstellte, auch das bekannte Lösungsmittel der Cellulose: Kupferoxydammoniak, und diese Abweichung rechtfertigt wohl die Vermuthung, dass die Substanz der Dinoflagellatenhülle keine vollwerthige Cellulose, sondern eine irgendwie modificirte sei.

Die verhältnissmässig recht spröde und zerbrechliche Beschaffenheit der dickeren Hüllen könnte leicht zur Vermuthung führen, dass sie mit einer anorganischen Substanz imprägnirt seien; so hielt sie Warming für kieselhaltig. Doch hatte sich schon Ehrenberg bei Ceratium Hirundinella überzeugt, dass die Hülle verbrennlich ist, beim Glühen also keinen bemerkbaren Rückstand hinterlässt. Diese Erfahrung konnte Bergh speciell für die Ceratien völlig bestätigen. Hiernach scheint es also wohl sicher, dass wenigstens die Hüllen der lebenden Dinoflagellaten nicht merklich mit anorganischer Substanz imprägnirt sind, zweifelhaft bleibt dies aber für die früherer Epochen, da bekanntlich aus der Kreideformation wohl conservirte kieselige Hüllen vorliegen, deren gute Erhaltung sich am leichtesten durch die Annahme erklären liesse, dass sie schon im Leben verkieselt gewesen seien. Ich halte aber eine solche Annahme nicht für zwingend, da die Verkieselung auch wohl secundär sein kann.

Die Substanz der Schalenhülle ist stets farblos und glasartig durchsichtig; von einer feineren inneren Structur der Masse wurde bis jetzt nichts bekannt, dieselbe erscheint vielmehr hyalin und homogen. Von der feinen Membran des Hemidinium zwar bemerkt Klebs, dass sie feinkörnig oder feinstreifig erscheine, doch ist nicht näher angegeben, ob dieses Structurverhältniss wie bei den übrigen Dinoflagellaten nur der Oberfläche angehöre oder der Substanz selbst zukomme.

Bei den allermeisten Dinoflagellaten zeigt die Hülle nun besondere Structurverhältnisse, die im Allgemeinen von zweierlei Natur sind. Entweder bestehen sie nämlich in leistenförmigen Verdickungen der Oberfläche, die durch ihre verschiedene Zusammengruppirung die mannichfachsten Zeichnungen hervorrufen können oder in porenartigen Durchbrechungen. Meist sind beide Structurverhältnisse an derselben Hülle vereinigt.

Soweit unsere, in dieser Hinsicht namentlich von Stein und Klebs geförderten Erfahrungen, die ich bestätigen kann, reichen, treten jedoch alle structurirten Hüllen ursprünglich als dünne ganz homogene Membranen auf und die Structurverhältnisse entwickeln sich erst allmählich im Laufe des Wachsthums; doch scheint mir zweifelhaft, ob dies auch für die Poren gilt.

Bei früherer Gelegenheit wurde jedoch hervorgehoben, dass es gewisse Formen gibt, deren zarte Hülle zeitlebens, wenigstens mittels optischer Mittel keinerlei Structur erkennen lässt (Glenoidinium); dennoch

scheint bei diesen zuweilen schon die Andeutung einer Structur vorhanden zu sein, da nach den Erfahrungen von Klebs und Bergh die Hüllen einiger Glenodinien (Warmingii Bergh und obliquum Pouchet) die Neigung haben, in mehrere tafelartige Stücke zu zerfallen, eine Erscheinung, welche bei den übrigen Dinoflagellaten mit dem Vorhandensein gewisser Structureigenthümlichkeiten verbunden ist, wesshalb auch bei diesen Glenodinien ähnliches, wenn auch nicht deutlich sichtbar, anzunehmen sein dürfte.

Schon bei der Besprechung der allgemeinen Morphologie der Schalenhülle mussten wir bis zu einem gewissen Grade auf die Structur eingehen, weil die für die verschiedenen Formreihen in vieler Hinsicht characteristische Täfelung der Hülle, auf solchen Structurverhältnissen beruht. Wie dort schon hervorgehoben wurde, sind es leistenförmige Verdickungen der Oberfläche der Hülle, welche die Täfelung bewirken.

Nach den oben geschilderten Zerfallerscheinungen der Hüllen gewisser Glenodinien kann es scheinen, als wenn die Verdickungsleisten, welche die grösseren Tafeln oder Klappen der Hülle begrenzen, wohl die ersten Structurverhältnisse gewesen seien, die an der Hülle zur Entwickelung gelangten. Ich glaube jedoch, dass dies nicht der Fall war, sondern dass diese stärkeren Verdickungsleisten sich erst allmählich aus den feineren reticulären Leistchen entwickelten, wie sie fast bei allen Formen als weitere Verzierung der Tafeln vorkommen. Wir sahen schon früher, dass es einige einfache Peridiniden gibt (Clathrocysta), deren Hülle von einem ziemlich gleichmässigen Netzwerk feiner Leisten überzogen wird, welche weitere oder engere polygonale Feldchen einschliessen. Durch stärkere Verdickung gewisser in einer Flucht verlaufender Züge von Leistchen können sich nun die Verdickungsleisten zwischen den Tafeln der Peridinidenhülle und ebenso die Verdickungsleiste, welche die beiden Tafeln oder Klappen der Dinophysiden scheidet, gebildet haben.

Dies lässt sich z. B. bei Exemplaren von Peridinium divergens recht gut bemerken, wo die Verdickungsleisten zwischen den Tafeln noch wenig entwickelt sind, doch muss ich bemerken, dass man auch nicht selten Exemplaren dieser Art begegnet, an deren noch dünner Hulle nur die Verdickungsleisten letzterer Art zu bemerken sind, die feinere Netzzeichnung dagegen nicht oder doch nur äusserst schwach hervortritt. Diesem Umstande mag jedoch für unsere Auffassung vielleicht weniger Gewicht beigelegt werden, denn es scheint sicher, dass bei dieser Form überhaupt bedeutende Abweichungen in der Schalenstructur vorkommen, wenigstens beobachtete ich auch grosse Individuen mit dicker Hülle, an welcher keine Spur der Täfelung und der gewöhnlichen Netzzeichnung zu erkennen war.

Aus dem eben Bemerkten geht hervor, dass die Tafeln der Hülle gewöhnlich noch eine feinere Areolirung aufweisen. Die beiden Klappen der Dinophysiden scheinen fast stets eine solche Structur zu besitzen, doch ist sie auf den Abbildungen Stein's zuweilen nicht richtig wiedergegeben, da er namentlich bei den eigentlichen Dinophysisarten statt der polygonalen Areolen häufig zu weit auseinander gezeichnete Kreischen angibt. Ebenso muss ich auch die bei Citharistes und Histioneis auf den Abbildungen dargestellte Structur beurtheilen, wogegen bei Orni-

thocercus die Leistchen wirklich so verbreitert zu sein scheinen, dass die Areolen weiter auseinandergerückt sind. Nur bei Amphisolenia scheint die Netzzeichnung nach den Abbildungen Stein's zu fehlen oder, wie ich vermuthen möchte, sehr wenig entwickelt zu sein.

Auch bei einer Reihe Peridiniden findet sich die Areolirung der Hülle auf Stein's Zeichnungen nicht, doch möchte ich für die meisten derselben gleichfalls vermuthen, dass sie Stein wegen ihrer Feinheit nur übersah. Namentlich halte ich dies für die Gattungen Blepharocysta, Podolampas und Diplopsalis, wo Stein von eigentlicher Netzstructur nichts angibt, für wahrscheinlich, da Bergh wenigstens bei der letztgenannten eine sehr feine Netzzeichnung auffinden konnte. Bei der eigenthümlichen Gattung Ptychodiscus scheint die Hülle nach Stein's Zeichnungen glatt aber porös zu sein, ähnlich wie es bei den Prorocentrinen wohl allgemein ist. Eine etwas stärkere Entwickelung der Poren würde aber auch hier eine Netzstructur ähnlich der der Dinophysiden hervorrufen, wo sich im Grunde jeder Areole ein Porus findet. Auch bei Pyrophacus wird nur eine feine, wohl auf Poren zu beziehende Punctirung der Oberfläche angegeben.

Durch stärkeres Hervortreten gewisser Leistenzüge der Tafeln bilden sich bei einigen Peridiniden auch secundäre Längsleisten aus, so bei Gonyaulax polygramma und verschiedenen Oxytoxumformen, bei welchen die Areolen überhaupt eine Neigung haben, sich zu Längszügen auf den Tafeln zu ordnen. Am schönsten zeigt dies das sog. Pyrgidium tesselatum Stein's, dessen Tafeln je mit mehreren Längszügen grosser rechteckiger Areolen verziert sind.

Mit der Areolirung verbindet sich bei gewissen Peridiniden, seltener bei Dinophysiden (Citharistes), eine borstige Bestachelung der Oberfläche, indem die Knotenpuncte der Netzleistchen in kurze Stacheln oder Borsten auswachsen. Am deutlichsten ist dies bei einigen Peridinium- (divergens, bipes und tabulatum) und Ceratiumarten (Hirundinella und macroceros), doch findet sich ähnliches auch schon bei Clathrocysta und Gonyaulaxformen. Bei Citharistes sind gewöhnlich nur die Ränder des Rückenausschnitts in solcher Weise bestachelt.

Etwas abgeändert erscheint die feinere Schalenstructur bei den meisten marinen Ceratien, indem die Leistchen nur selten regelmässig polygonal geordnet sind (Varietät von Cer. Tripos), gewöhnlich einen mehr welligen Längsverlauf nehmen, wobei sie wenig oder reichlich untereinander anastomosisen, in letzterem Fall also eine unregelmässige Netzzeichnung hervorrufend.

Eigenthümliche, besondere Structurverhältnisse treten gewöhnlich bei fortgesetztem Wachsthum der getäfelten Hüllen an den Grenzen der Tafeln auf, indem sich hier die sog. Intercalarzonen oder -streifen Stein's bilden.

Leider ist zur Zeit die Natur und Bildungsgeschichte dieser Streifen noch wenig aufgeklärt und was ich nachstehend über dieselben bemerke,

gründet sich auf einige selbstständige Beobachtungen, hat aber zunächst einen mehr hypothetischen Character.

Die Entstehung dieser, je nach dem Alter der Hülle schmälerer oder breiterer Streifen längs der Tafelgrenzen muss wohl darauf zurückgeführt werden, dass das Flächenwachsthum an den Tafelrändern, d. h. eigentlich innerhalb der ursprünglichen Verdickungsleisten, die dabei in zwei seitliche Streifen auseinander gedrängt werden, geschieht. Ich nehme also an, dass die Intercalarstreifen den Zuwachs in der Fläche bezeichnen, welchen die Tafeln nach ihrer Abgrenzung noch erfahren haben. Diese Zuwachsstreifen sind daran kenntlich, dass ihre feinere Structur eine etwas andere ist wie die der übrigen Tafelfläche. Sie sind nämlich fein und dicht quergestreift, d. h. ihre Streifung verläuft senkrecht zu den Grenzen der Tafeln. Beobachtungen, welche ich an den Hüllen von Gonyaulax polyedra und Peridinium divergens über die Intercalarstreifen anstellen konnte, machen es mir sehr wahrscheinlich, dass die feine Querstreifung nicht auf der äusseren, sondern der inneren Fläche der Streifen ihren Sitz hat, wenigstens finde ich bei Peridinium, dass die äussere Fläche dieselben Netzfeldchen deutlich aufweist, wie die übrige Tafelfläche; die aufeinander stossenden Feldchen benachbarter Tafeln zeichnen sich nur dadurch aus, dass sie ziemlich regelmässig senkrecht zur Grenze der Tafeln gerichtet sind, ein Verhalten, welches sich übrigens überall da zu finden scheint, wo die Areolen an eine Verdickungsleiste grenzen, also z. B. auch an den Randleisten der Querfurche. Aus den Beobachtungen Stein's an Goniodoma geht ferner hervor, dass die Intercalarstreifen nicht so dick sind, wie die eigentliche Tafelfläche, sondern sich auf der Innenseite gegen den Grenzrand allmählich zuschärfen. Auch ich glaube, diese Erfahrung für die Tafeln von Gonyaulax und Peridinium divergens bestätigen zu können. Stein glaubt nun, dass die Tafeln sich mittels dieser abgeschrägten inneren Ränder an der zusammenhängenden Hülle aneinanderlegen, was ich für unmöglich halte, da dann die benachbarten Tafeln bei der flachen Abschrägung der Ränder unter ganz spitzem Winkel zusammenstossen müssten, während sie in Wirklichkeit einen recht stumpfen Winkel mit einander bilden; letzteres kann aber nur so zu Stande kommen, dass sich nur die eigentlichen Ränder der abgeschrägten Intercalarstreifen berühren resp. zusammenhängen, d. h. da wo sie am dünnsten sind. Dies scheint denn auch mit unseren Vorstellungen über das Dickenwachsthum der Tafeln am besten zu harmoniren. Wenn wir eine fortdauernde Zunahme der Tafeldicke bei dem Wachsthum voraussetzen, so ergibt sich als nothwendige Folge, dass die Intercalarstreifen, als die neuhinzutretenden Randverbreiterungen, nach der Peripherie dünner werden müssen und dass da, wo die benachbarten Intercalarstreifen der Tafeln zusammen hängen, die dünnste Stelle sein muss.

Hieraus würde sich dann auch am einfachsten erklären, warum die Hüllen mit stark entwickelten Intercalarstreifen so leicht in einzelne

Tafeln zerfallen, da dieselben an der Grenze der Intercalarstreifen nur durch sehr dünne Schalensubstanz verbunden sind. Es ist aber bekannt, dass auch die Hüllen, welche keine Intercalarstreifen ausgebildet haben, in die durch die Verdickungsleisten umgrenzten Tafeln zerfallen können, wesshalb wohl die obige Erklärung nicht in allen Fällen zutrifft. Auch die Randleisten der Querfurche verhalten sich in dieser Hinsicht wie die übrigen Leisten, wie denn auch im Verlaufe secundärer Leistchen zuweilen ein Zerfall eintreten kann. Worauf diese Erscheinung beruhe, lässt sich zur Zeit nicht wohl angeben; da jedoch sicher scheint, dass im Bereich der Leisten das Weiterwachsthum geschieht, ja, wenn Intercalarstreifen auftreten, die Leisten gewöhnlich in zwei Hälften auseinander weichen müssen, so weist dies alles auf eine Neigung derselben sich zu sondern und auf einen geringeren Zusammenhang der Schalensubstanz längs der Verdickungsleisten hin.

Einige Worte verdient noch die Ausbildung der Intercalarstreifen der Dinophysiden, welche einstweilen nur bei den Gattungen Phalacroma und Dinophysis von Stein beschrieben wurden. Von beiden Gattungen sind auf seinen Zeichnungen Exemplare dargestellt, bei welchen mässig breite Intercalarstreifen in ganz derselben Weise wie bei den Peridiniden zwischen den Schalenklappen ausgebildet sind, demnach als fein quergestreifte Bänder erscheinen. Bei anderen Individuen dagegen, wo die Streifen viel breiter sind, werden dieselben entweder ganz glatt, ohne besondere Structur, oder mit einer der übrigen Hülle entsprechenden, nur bedeutend feineren Areolirung abgebildet. Für letztere Formen gibt Stein weiter an, dass die Nahtränder, mittels welcher die beiden Klappen zusammengefügt sind, von je einer Reihe feiner, alternirend in einander greifender Zähnchen dicht besetzt seien. Wie weit er diese Verbindungsweise der Schalenklappen auch auf die übrigen Dinophysiden ausdehnt, geht aus seinen Mittheilungen nicht hinreichend hervor. Ich halte es nun für wahrscheinlich, dass diese Zähnchen auf die quergestreiften Intercalarstreifen zu beziehen sind, welche er ja zuweilen fand, dann möchte ich aber auch annehmen, dass es sich nicht um wirkliche Zähne handelt. Mir lag leider kein Material zum eigenen Studium dieser Verhältnisse vor.

Einen Augenblick haben wir noch bei den Structurverhältnissen der Fortsatzgebilde verweilen, welche sich an den Hüllen der Dinoflagellaten häufig so ansehnlich entwickeln. Zunächst wären in dieser Hinsicht die Randleisten der Querfurche kurz zu untersuchen. Wenn dieselben sich stärker entwickeln, sei es bei den Peridiniden oder den Dinophysiden, so treten zu ihrer Verstärkung auch Verdickungsleistchen in sie ein und strahlen von ihrer Basis nach dem freien Rand als gestreckter oder welliger verlaufende, dunklere Rippen aus (52, 3b, 5, 6; 55). Sie sind bald dichter, bald weiter gestellt und an den wenig entwickelten Randleisten meist alle gleich, ohne besondere Differenzirungen.

In den so ansehnlich ausgewachsenen Leisten der Ceratocorys und vieler Dinophysiden entwickeln sich die Rippen stärker und nehmen besondere Verhältnisse an; so lassen sich bei Ceratocorys stärkere und dazwischen feinere secundäre Rippen unterscheiden. Zwischen den Rippen der zum hohen Kopftrichter ausgewachsenen, vorderen Randleiste von Histioneis bilden sich zuweilen quere Verbindungen aus, so dass eine netzige Structur entsteht, ähnlich der gewöhnlichen der Dinophysidenhülle. Aus der Abbildung einer Dinophysis acuta bei Stein geht aber auch hervor, dass unter Umständen die gewöhnliche Areolirung der Hülle auf die Randleisten der Quer- und Längsfurche ohne Veränderung übergehen kann. Bei dem schönen und grossen Ornithocercus treten an den peripherischen Enden der stärkeren Rippen des Kopftrichters seitliche Verzweigungen auf, zwischen denen Netzbildung stattfindet, dazwischen finden sich dann ähnlich wie bei Ceratocorys noch zärtere secundäre einfache Rippen (55, 7).

Aehnliche Structuren wie der Kopftrichter zeigt gewöhnlich auch die hintere Randleiste der Querfurche oder der Halskragen der Dinophysiden. Besondere Eigenthümlichkeiten weist derselbe nur bei Histioneis auf, wo er in zwei seitliche Flügel getheilt ist, wie früher erwähnt wurde. Jeder dieser Flügel wird längs seines freien Randes von einer stärkeren Verdickungsleiste begrenzt. Von dem nach vorn gerichteten Theil dieser Leiste entwickeln sich bei älteren Individuen stachelartige Auswüchse, welche sich allmählich verzweigen und, indem sie unter einander anastomosiren, eine netzige Verlängerung jedes Halskragenflügels bilden. Wahrscheinlich sind es aber keine freien Stacheln, die so hervorwachsen, sondern nur die Rippen einer zarten membranösen Verlängerung der Flügel, wenigstens bestehen die Fortsätze der Flügel im erwachsenen Zustand sicherlich aus einer Membran, nicht aber aus einem durchbrochenen Netzwerk.

Endlich hätten wir noch der besonderen Structurverhältnisse der bei den Dinophysiden zum Theil so ansehnlich entwickelten linken Flügelleiste zu gedenken. Schon früher besprachen wir die drei oder mehr charakteristischen Hauptrippen, welche als Stützen in diesen Flügel fast stets eintreten. Die sie verbindende zarte Flügelmembran scheint gewöhnlich ziemlich structurlos zu sein, dennoch lässt sich nicht selten erkennen, dass auch sie die netzige Structur der eigentlichen Hülle mehr oder minder deutlich zeigt. Entweder ist diese Netzstructur der der Hülle ganz ähnlich oder es bilden sich, indem die Maschen rechteckig werden und die einzelnen Feldchen sich hintereinander reihen, aus den aneinander gereihten Maschenleistchen secundäre Rippen, welche zwischen den Hauptrippen hinziehen und unter einander durch rechtwinklige Anastomosen verbunden sind. Recht eigenthümlich entfaltet sich das Netzwerk des Flügels bei gewissen Formen von Histioneis und erhellt besser aus der Abbildung (55, 6a) als aus einer Beschreibung.

Bei dem eigenthümlichen Ornithocercus gehen auch die peripheren Enden der Hauptrippen der Flügelleiste, ähnlich wie des Kopftrichters eine reichliche Verästelung ein, welche im erwachsenen Zustand zur Bildung maschig schwammigen Netzwerkes am Ende der Rippen führen kann, das sich auch seitlich aus der Flügelfläche erhebt und den Rippenenden je wie ein länglicher Knopf ansitzt.

Wir haben uns nun noch etwas spezieller mit der Porosität der Hüllen zu beschäftigen. Schon ältere Beobachter, wie Claparède und Lachmann, sahen die Poren bei Ceratium, gaben aber keine Erklärung des Bildes. Erst Bergh erwies die Porosität bei den marinen Ceratiumarten. Unter den übrigen, von ihm untersuchten Formen konnte er nur noch bei Prorocentrum die Poren constatiren. Neuere Forscher, wie Pouchet, Gourret und Klebs zogen die Richtigkeit dieser Beobachtung in Zweifel. Wie sich Klebs eigentlich zu der Frage stellt, scheint mir nicht recht klar. Bei zwei Formen (Glenodinium trochoideum und Exuviaella) spricht er in seiner zweiten Arbeit (44) selbst von Poren der Hülle; andererseits scheint er aber die Ansicht zu hegen, dass die von Bergh beschriebenen Poren der Ceratien nicht eigentlich solche seien, sondern „gewöhnliche runde, zarte Tüpfel". Auch bei Glenodinium obliquum Pouch. spricht er von Tüpfeln der Membran. Die neueren Erfahrungen der Botaniker scheinen nun aber dafür zu sprechen, dass die sogenannten Tüpfel der Zellhäute unter den Begriff der Poren fallen und damit würde sich wohl die Meinungsverschiedenheit zwischen Bergh und Klebs von selbst heben. Pouchet's Ansicht über die Poren ist so charakteristisch, dass ich dieselbe wörtlich anführen will. Indem er die Deutung Bergh's als übereilt bezeichnet, sagt er: „Der Eindruck, welchen sie (die Poren) auf das Auge machen, ist vielmehr der schwacher Erhebungen oder rundlicher, scharf begrenzter Depressionen." Soll diess nun heissen, dass die sog. Poren theils Erhebungen theils Depressionen seien oder gar, dass sie auf Pouchet gleichzeitig den Eindruck von Erhebungen und Depressionen machten? Für Gourret aber gelten die Poren der Ceratien, welche er als Punctuationen beschreibt, als „das Resultat einer Verschiedenheit in der Schalenmasse", also keineswegs für Poren. Leider finde ich bei Stein zwar gute Darstellungen der Poren auf den Abbildungen, jedoch kein Wort über seine Ansicht in dieser Streitfrage.

Ich glaube nun, dass ein einigermaassen geübter Mikroskopiker über die Porennatur der kleinen hellen Kreischen, welche in zahlloser Menge auf der Membran der marinen Ceratien zu bemerken sind, nicht lange im Zweifel sein kann; zum Ueberfluss hat denn Bergh auch Durchschnitte der Ceratienhülle gefertigt, welche erweisen, dass die Poren wirklich völlige Durchbrechungen der Membran bilden. Es ist aber unnöthig, sich diese Mühe zu machen, denn das aufmerksame Studium des optischen Durchschnittes der Membran von Ceratium Tripos lehrt das Gleiche in überzeugender Weise. Ich betone gleichzeitig, dass die Poren, wie zu

erwarten, auf der Innen- wie Aussenfläche der Membran gleich deutlich zu sehen sind, wodurch Pouchet's Ansicht hinfällig wird. Bergh betont ferner noch, dass namentlich die Färbung der Membran mit Chlorzinkjod oder Jod und Schwefelsäure beweisende Bilder liefere, indem die Poren dabei immer ungefärbt bleiben, demnach wirkliche Durchbrechungen seien. Wie gesagt, muss ich die Auffassung Bergh's nach eigenen Untersuchungen der Ceratien vollinhaltlich bestätigen. Ebenso sicher lässt sich aber auch bei Dinophysiden die Porosität der Membran nachweisen.

Eine andere Frage aber ist, wie weit sich die Porosität in der Gruppe verbreitet. Ein gesichertes Urtheil hierüber ist augenblicklich ein Ding der Unmöglichkeit; wenn ich aber einerseits bedenke, dass die jedenfalls sehr primitiven Prorocentrinen poröse Hüllen besitzen und sichere Beispiele aus den beiden anderen beschalten Familien vorliegen, so neige ich mich zu der Ansicht, dass hier eine ziemlich allgemeine Erscheinung der Dinoflagellatenhülle vorliegen wird. Ich glaube denn auch, auf Grund der Stein'schen Abbildungen und eigener Erfahrungen, die Porosität der Hülle noch bei vielen Formen behaupten zu müssen, wo sie seither nicht direct erwiesen war.

Für die Prorocentrinen kennen wir sie durch die Untersuchungen von Bergh und Klebs und auch auf den Abbildungen von Stein sind die Poren deutlich dargestellt. Sie sind hier sehr fein und bald gleichmässig und dicht, bald etwas mehr zerstreut und weniger dicht über die gesammte Hülle ausgebreitet. Bei Prorocentrum micans bilden sich nicht selten bogige Querreihen solcher Poren aus, welche nur auf einem Theil oder der gesammten Oberfläche der Schalenklappen entwickelt sein können. Am nächsten scheinen sich die Verhältnisse der Dinophysiden hier anzureihen. Bei diesen steht nämlich die Areolirung der Schalenoberfläche in inniger Beziehung zu den Poren; jedes vertiefte Feldchen der Oberfläche enthält auf seinem Grunde einen Porus, wovon ich mich bei Dinophysis acuta auf das deutlichste überzeugte (55, 3a), was aber auch auf nicht wenigen Figuren grösserer Dinophysiden bei Stein deutlich zu erkennen ist, wenn er auch nicht angibt, dass die Kreischen in der Mitte der Feldchen Poren seien. Ferner lassen die Steinschen Abbildungen erkennen, dass auch die Membran der Querfurche (Stein's Gürtelband) gewöhnlich zwei randliche Porenreihen besitzt, was mit der gewöhnlichen Zusammensetzung dieser Membran aus zwei Reihen von Feldchen übereinstimmt.

Zwei entsprechende Porenreihen kehren aber auch an der Membran der Querfurche bei vielen Peridiniden deutlich wieder, was Bergh zuerst für die marinen Ceratien feststellte und wie es auch auf den Abbildungen Stein's gut zu erkennen ist. Stein's Zeichnungen lassen dasselbe auch bei einer Anzahl Peridiniden, bei Goniodoma und Gonyaulax nachweisen; für letztere Gattung kann ich die Existenz der Porenreihen

durch eigene Untersuchungen bestätigen. Wahrscheinlich wird sich aber diese Bildung bei genaueren Untersuchungen als noch verbreiteter herausstellen.

Etwas abweichend von den Verhältnissen der Dinophysiden ist die Anordnung der Poren auf der Hülle der Peridiniden. Wenn, wie dies bei Ceratium Tripos zuweilen der Fall ist, eine grossmaschige polygonale Felderung entwickelt ist, umschliesst jedes der Felder eine beträchtliche Anzahl von Poren; bei den übrigen marinen Ceratien vertheilen sich die Poren mehr oder weniger regelmässig, dichter oder weniger dicht, auf den von den welligen Verdickungsleistchen erzeugten unregelmässigen Feldchen. Auf den Hörnern nehmen sie an Zahl allmählich ab, lassen sich aber bis an die Enden derselben verfolgen (gegen Gourret und Bergh). Wenn die Reticulation der Oberfläche eine sehr enge ist wie bei Gonyaulax polyedra, die ich selbst untersuchte, finden sich die Poren nicht mehr in den Feldchen, sondern an den Knotenpunkten derselben und bilden gewissermaassen selbst kleine eingeschaltete Feldchen. Wahrscheinlich findet sich Aehnliches bei den feinnetzigen Arten der Gattungen Peridinium und Ceratium (Hirundinella und macroceros). Bestimmtes über deren Poren ist zwar bis jetzt nicht bekannt, doch vermuthe ich, dass sie nur ihrer Kleinheit wegen übersehen wurden. Ich halte mich zu dieser Vermuthung um so mehr berechtigt, als Stein bei einigen Peridiniden (globulus und Michaelis) wie auch bei der nahe verwandten Diplopsalis deutliche Poren zeichnet; dasselbe gilt von den Gattungen Blepharocysta und Podolampas. Bei den letzterwähnten Formen scheinen sie ziemlich zerstreut und meist nicht sehr dicht zu stehen. In der vorderen Körperhälfte von Podolampas (55,9) werden die Poren, nach Stein's Abbildungen zu urtheilen, ziemlich schief nach vorn die Schalenwand durchsetzen, so dass sie als dunklere Striche (Röhrchen) erscheinen. Sehr dicht und in ziemlich regelmässigen Längs- und Querreihen sind die Poren bei Goniodoma (52, 5) geordnet; auch bei Ceratocorys (54, 5) ordnen sie sich in dichte Querreihen, während bei Amphidoma und Oxytoxum mehr die Tendenz zur Bildung von Längsreihen zu herrschen scheint. Dass auch bei nicht weiter structurirten Schalen schon Poren entwickelt sein können geht aus der oben citirten Beobachtung von Klebs über die Poren der Hülle von Glenodinium obliquum hervor.

Bemerkung über das Wachsthum der Schalenhülle. Die eigenthümlichen Schalenhüllen der Dinoflagellaten mit ihren merkwürdigen Leisten und Fortsätzen erwecken natürlich das Verlangen, über die Vorgänge, die zu ihrer Bildung führen, etwas zu vernehmen. Leider ist aber hierüber bis jetzt nichts Genaueres bekannt. Ueber das Weiterwachsthum getäfelter Hüllen nach der Ausbildung der Tafeln wurde oben schon das wenige Bekannte hervorgehoben. Das Dickenwachsthum der Hülle scheint durch successive Ablagerung neuer Schalenmasse zu geschehen, denn die Durchschnitte der Hülle von Ceratium Tripos zeigen

eine deutliche zarte Schichtung (Bergh). Mancherlei augenblicklich nicht zu lösende Schwierigkeiten treten aber auf, wenn man sich über das Wachsthum der Leisten und sonstigen Fortsätze der Hüllen Rechenschaft geben will. Wie geschieht es, dass in der soliden Flügelleiste der Dinophysiden, welche ausser directem Contact mit dem Körperplasma ist, nachträglich netzförmige Verdickungsleisten zur Entwicklung kommen, oder dass, wie es nach den Angaben von Stein sicher scheint, der freie Rand der ebenso soliden hinteren Randleiste der Querfurche bei Histioneis crateriformis nachträglich noch weiter wächst?

Man wird versucht, auf Grund solcher Erscheinungen an die Möglichkeit eines äusseren Wachsthums zu glauben, ja man könnte daran denken, die so verbreitete Porosität der Hüllen damit in Verbindung zu bringen. Ich muss mich jedoch begnügen, auf diese Fragen hingedeutet zu haben, deren Lösung von einem eingehenderen Studium der Hüllen zu erwarten ist.

6. Specielle Morphologie und Physiologie der Geisseln, sowie die Bewegungsvorgänge der Dinoflagellaten überhaupt.

Wir haben schon aus der historischen Einleitung erfahren, dass die Bewegungsorgane der Dinoflagellaten erst in neuester Zeit richtig erkannt wurden. Wir verdanken die wichtige Entdeckung, dass in der Querfurche kein Cilienkranz, sondern eine eigenthümliche Geissel vorhanden ist, den Bemühungen von Klebs. Obgleich die allmählichen Fortschritte hinsichtlich dieser Frage in dem geschichtlichen Ueberblick schon ziemlich eingehend verfolgt wurden, dürfte es doch angezeigt sein, noch etwas genauer auf die früheren Vorstellungen von der Cilienbekleidung des Dinoflagellatenkörpers einzugehen.

Dass die Angaben über die Cilien der Querfurche bei den Diniferen nicht ganz gesicherte waren, hätte man bei einer kritischen Vergleichung des hierüber von den verschiedenen Beobachtern Bemerkten vielleicht schon daraus entnehmen können, dass dieselben recht verschiedene Angaben über die Stellung der Cilien machten. Während Ehrenberg in seinen früheren Abhandlungen mehrfach von einem doppelten Wimperkranz der Querfurche sprach, berichtet er in seinem Hauptwerk nur im Allgemeinen von dem Wimperkranz und zeichnet auf den Abbildungen bald einen einfachen, bald einen doppelten. Im letzteren Fall zieht derselbe längs der beiden Leisten der Querfurche hin, im ersteren Fall bald längs der vorderen, bald längs der hinteren und zuweilen auch auf dem Grunde der Furche. Dieser, schon bei Ehrenberg bemerkbaren Unsicherheit begegnen wir auch bei den späteren Beobachtern. Zwar stimmen dieselben mit Ausnahme von Bergh ziemlich darin überein, dass nur ein Wimperkranz existire, sind aber über dessen Stellung uneinig. Carter und Stein verlegen denselben an den vorderen Rand der Querfurche und auch Gourret schliesst sich für die meisten Formen dieser Ansicht an. Claparède und Lachmann dagegen fanden den Wimperkranz stets an der hinteren Leiste der Querfurche. Pouchet war der Ansicht, dass der einfache oder doppelte Cilienkranz im Grunde der Furche verlaufe, doch will dies mit seiner gleich zu erwähnenden Vorstellung von der Art des Cilienaustritts aus der Schalenhülle nicht recht harmoniren. Auch Bergh glaubte, dass der einfache Cilienkranz bei Gymnodinium längs des Furchengrundes hinziehe; wenn sich aber zwei Säume fänden, wie bei den meisten Peridiniden, so entspringen dieselben wahrscheinlich längs der beiden Furchenleisten. Ueber die genauere Stellung des nach ihm einfachen Saumes bei den Dinophysiden macht er keine Angaben.

Während die meisten Beobachter bis auf Klebs von deutlichen, kurzen Cilien der Querfurche sprachen, ähnlich denen der Ciliaten und dieselben auch auf ihren Abbildungen bestimmt wiedergaben, entwickelte Bergh wenigstens für die Diniferen, eine etwas andere Anschauung, wenngleich er bei den nackten Formen derselben die einzelnen Cilien ebenso bestimmt zeichnete wie die früheren Forscher. Er glaubte sich nämlich überzeugt zu haben, dass nicht ein oder zwei Kränze gesonderter Cilien, sondern ein oder zwei contractile Säume vorhanden seien, deren freier Rand sich in regelmässigen geringen Abständen in mehr oder weniger lange Spitzen erhebe, („Cilien entsprechend", wie er sich ausdrückt). Jedenfalls hatten ihn seine Beobachtungen darüber belehrt, dass es sich nicht um gesonderte Cilien handle, doch gelangte er noch nicht zu einer genügenden Erkenntniss der Verhältnisse. Die gleiche Unsicherheit verrieth sich auch in den Vorstellungen der verschiedenen Beobachter über die Art, wie diese Cilien bei den beschalten Formen mit dem Plasma des Weichkörpers in Verbindung ständen. Stein und Gourret machten sich die Sache zwar leicht, indem sie die Cilien einfach aus der Schalensubstanz ihren Ursprung nehmen liessen. Stein drückt sich so aus: „sie seien appendiculäre Organe des Panzers, könnten jedoch darum immerhin im Weichkörper wurzeln" (1878 p. 91). Auch die Längsfurchengeissel (Ceratium tetraceros) liess er wenigstens 1878 noch „in der Schalensubstanz wurzeln."

Nur bei Bergh und Pouchet finden wir bestimmte Aeusserungen über den Zusammenhang der Cilien, resp. der contract. Säume, mit dem Weichkörper. Ersterer hat die Vorstellung, dass sich bei den Peridiniden längs den Leisten der Querfurche je eine feine Spalte in der Schalensubstanz hinziehen müsse. Letzterer hingegen nahm an, dass die Querfurche von einem besonderen Band von Schalensubstanz ausgekleidet werde, welches nur an einigen Punkten mit den Leisten der Furche in Verbindung stünde, eine Auffassung, welche also der von Bergh recht ähnlich ist. Beide stimmen darin überein, dass die Poren der Querfurche nicht für den Austritt der Cilien bestimmt seien, Pouchet speciell desshalb, weil er die Deutung derselben als Poren bestreitet.

Aus unserer früheren Schilderung der Schalenhülle geht schon hervor, dass wir das Vorhandensein solcher Spalten nicht zugestehen können. Wir erblicken überhaupt in dem Mangel an Einrichtungen zum Durchtritt eines undulirenden Saumes einen weiteren Beweis für die Richtigkeit der Klebs'schen Auffassung der Querfurchengeissel, da sich, im Hinblick auf ihre zuweilen bandförmige Gestalt, die Möglichkeit, dass es sich um einen abgelösten undulirenden Saum handeln könne, noch discutiren liesse.

Ganz kurz sei hier nochmals erwähnt, dass Allman (18) seiner Zeit ein Peridinium beobachtet haben wollte, welches ein gleichmässiges Wimperkleid auf der ganzen Oberfläche besitze, dessen Querfurche dagegen keine Cilien aufweise. Ich habe schon bei früherer Gelegenheit (46) bemerkt, dass ich diese Beobachtung unmöglich für begründet halten kann und sie mir nicht anders zu erklären vermag, als dass Allman ein Peridinium mit borstiger Schalenhülle beobachtete, deren Borsten er Cilien gleich setzte — ein ähnliches Verfahren, wie es bekanntlich Ehrenberg für seine Gattungen Chaetoglena und Chaetophlya und Kent noch in neuester Zeit für die Gattung Mallomonas einschlug.

Von der angeblichen Cilienbekleidung der Prorocentrinen hat eigentlich nur Bergh eine genauere Darstellung gegeben, indem Claparède und Lachmann, welche dieselbe zuerst entdeckt haben wollten, auf ihren Abbildungen nichts davon andeuteten. Die Cilien sollten nach Bergh etwa das vordere Körperviertel bis Drittel in einer medianen Längsreihe überziehen, zwischen den beiden Schalenklappen hervortretend. Dass diese Beobachtung nicht begründet ist, dürfte aus den Ergebnissen von Stein, Cienkowsky und Klebs an dieser und der verwandten Gattung Exuviaella wohl sicher folgen. Auch hier ist es eine zweite eigenthümlich verlaufende Geissel, der Querfurchengeissel der Diniferen sicher entsprechend, die zu der Täuschung Veranlassung gab.

Von früher ist es uns bekannt, dass die Geisseln bei den beiden Unterabtheilungen der Dinoflagellaten in sehr verschiedener Weise inserirt sind und dass sie in ihrem Verlauf und ihrer Functionirung stets die

charakteristischen Unterschiede zeigen, welche für die Abtheilung überhaupt bezeichnend sind.

Die Längsgeissel besitzt stets den Bau einer einfachen Geissel, ist daher ein bis an's Ende gleich dicker Faden, an welchem keine besonderen Structurverhältnisse beobachtet wurden. Bei den Prorocentrinen ist sie nach vorn gerichtet, bei den übrigen Dinoflagellaten bekanntlich nach hinten, indem sie durch die Längsfurche hinzieht und über das Hinterende frei hervorragt, wenn sie die genügende Länge besitzt. Ihre Länge im gestreckten Zustand erscheint im Verhältniss zur Körperlänge etwas verschieden. Bei den nicht sehr langgestreckten Formen schwankt sie etwa zwischen der einfachen und doppelten Körperlänge; bei sehr langgestreckten, wie gewissen Ceratien, kann sie dagegen nicht unbeträchtlich hinter der Körperlänge zurückbleiben.

Von verschiedenen Beobachtern wurde berichtet, dass sowohl bei Ceratium tetraceros (cornutum) wie bei Ceratium Tripos zuweilen zwei Längsgeisseln statt der einfachen zu finden seien. Für die erstgenannte Form bemerkten dies schon Claparède und Lachmann, welche sich auf das Zeugniss von Lieberkühn beriefen. Auf den prächtigen Originalabbildungen des letzteren Forschers, die mir durch seine Güte zugänglich waren, ist die zweite Geissel denn auch deutlich wiedergegeben. Für Cer. Tripos machte zuerst Bergh auf eine gelegentliche Verdoppelung der Längsgeissel aufmerksam.

Man könnte nun diese Beobachtungen, welche aus einer Zeit stammen, wo die Geissel der Querfurche noch unbekannt war, wohl mit Klebs für zweifelhaft halten, da die zweite Geissel eventuell die Quergeissel gewesen sein könnte, welche speciell bei den Ceratien zuweilen aus der Querfurche hervorzutreten scheint. Da nun aber Bütschli (46) bei Cer. Tripos gelegentlich neben der Quergeissel zwei deutliche Längsgeisseln auffand, so scheint die Angabe der früheren Beobachter doch gerechtfertigt.

Die Quergeissel scheint bei einem Theil der Formen den Bau einer einfachen Geissel zu besitzen, vielleicht ist dieses Verhalten sogar das gewöhnliche. In einigen Fällen aber wurde constatirt, dass ihr Bau von dem gewöhnlicher Geisseln beträchtlich abweicht. Zunächst war es Klebs (36), welcher darauf aufmerksam machte, dass die Geissel bei Peridinium tabulatum nicht ein einfacher cylindrischer Faden, sondern „ein schraubig gewundenes Band sei, welches gegen das Ende sich fadenartig verschmälere". Auch für Ceratium cornutum glaubt er ein ähnliches Verhalten festgestellt zu haben. Dann konnte Bütschli (46) die bandförmige Beschaffenheit der Geissel bei Peridinium divergens beobachten. Schraubenförmig gewunden erschien zwar das gar nicht so schmale Geisselband hier nicht (52, 9a; fg), vielmehr war es selbst eigentlich nicht gewunden, sondern nur sein einer Rand in viele schlingenförmige Biegungen gelegt. Auch Daday (45a) hat jüngst bei Amphidinium operculatum die Quergeissel beobachtet, über die er berichtet, „dass sie spiralig gewunden sei und einen undulirenden Saum besitze, dessen Schwingungen die vermeintlichen Cilien vortäuschen"; auch scheint Spengel nach der Mit-

theilung von Bergh die bandförmige Beschaffenheit der Quergeissel bei derselben Art schon beobachtet zu haben. Jedenfalls geht aus diesen Bemerkungen hervor, dass die Quergeissel zuweilen eine Bandform hat; leider lässt sich aber zur Zeit gar nicht absehen, welche Verbreitung dieses Verhalten unter den Dinoflagellaten besitzt. Bütschli vermochte bei Peridinium divergens gleichzeitig noch zu beobachten, dass das Plasma des Geisselbandes eine fein-netzförmige Structur zeigt.

Der Verlauf der Quergeissel wird bei den Diniferen im Allgemeinen durch den der Querfurche gegeben. Entsprechend ihrem gewöhnlichen Ursprunge an dem linken ventralen Ende der Querfurche, zieht sie von hier über die linke Seite auf den Rücken und kehrt über die rechte wieder auf die Ventralfläche zurück, um sich, wie es scheint, gewöhnlich bis zu dem rechten Ende der Querfurche zu begeben.

Ob letzteres stets der Fall ist, erscheint zur Zeit noch etwas unsicher; da jedoch die früheren Beobachter die Cilienbekleidung stets in der ganzen Furche zeichnen, also die Geisselbewegung in der Gesammtausdehnung derselben gesehen haben, so spricht vieles dafür, dass ein völliger Umlauf der Quergeissel Regel ist.

Bei den furchenlosen Prorocentrinen nimmt die Quergeissel, soweit dies bis jetzt bekannt ist, nichtsdestoweniger einen nahezu queren Verlauf zur Körperaxe, umzieht aber den Körper selbst nicht, sondern den basalen Theil der nach vorn gerichteten Längsgeissel. Bei Exuviaella wenigstens ist dieser Umlauf der Quergeissel nach der Darstellung von Klebs (44) recht kenntlich. Bei Prorocentrum, wo diese Geissel allein von Stein bis jetzt beobachtet wurde, scheint sich ihr Ende längs der Rückseite nach hinten zu erstrecken, was auch in gewissem Sinne mit der Angabe Bergh's übereinstimmt: dass die Cilien auf der Rückseite (nach Bergh Bauchseite) weiter nach hinten reichten wie auf der Bauchseite.

In morphologischer Hinsicht wäre es von besonderem Interesse, die Art des Umlaufes der Quergeissel um die Basis der Längsgeissel bei den Prorocentrinen zu kennen, da daraus wohl für die Orientirung derselben, im Vergleich mit den Diniferen, Wichtiges zu folgern wäre.

Bewegungsverhältnisse der Geisseln. Das Wenige, was wir hierüber kennen, beschränkt sich hauptsächlich auf die Verschiedenheit der Bewegungen der beiden Geisselarten. Die Längsgeissel scheint bezüglich ihrer Bewegungen in mancher Hinsicht an die Schleppgeissel der Heteromastigoden zu erinnern und spielt auch bei den Bewegungen der Dinoflagellaten wahrscheinlich eine ähnliche Rolle wie letztere bei der genannten Flagellatenabtheilung. Zunächst scheint die Geissel auch bei den sich bewegenden Wesen nicht selten im gestreckten Zustande getragen zu werden (Joseph, Bütschli) oder doch nur recht schwache Bewegungen auszuführen. Sie besitzt weiter, wie dies wenigstens für die Ceratien festgestellt wurde, energisches Contractionsvermögen, indem sie sich plötzlich verkürzen und schraubig zusammenziehen kann. Schon

Claparède und Lachmann machten auf diese Erscheinung aufmerksam und fanden auch schon, dass die Geissel der Ceratien bei der Contraction völlig in den Geisselspalt zurückgezogen werden kann. Bergh, Pouchet, Gourret und Klebs bestätigten dies, nur scheint Gourret seltsamer Weise zu glauben, dass die Geissel bei der Contraction völlig eingezogen werde, da er sie dann nicht mehr aufzufinden vermochte.

Speciell für die Ceratien wird jedoch auch von energischen schwingenden Bewegungen der Längsgeissel berichtet, während wir von den übrigen Formen kaum etwas sicheres hierüber erfahren haben. Obgleich die Beobachter nicht besonders dabei verweilen, scheint es mir doch zweifellos zu sein, dass die Längsgeissel auch peitschenartige Bewegungen ausführen kann. Zuweilen aber geräth sie in lebhafte Vibrationen, wobei, nach den Untersuchungen von Pouchet und Klebs, der proximale, in der Geisselspalte verlaufende Theil in Ruhe bleiben soll. Pouchet vergleicht die lebhaft vibrirende Geissel mit einem schwingenden Eisenstab, spricht jedoch auch von achterförmigen Bewegungen derselben. Nicht unwichtig scheint mir die Angabe von Gourret, dass die bewegte Geissel einen Kegelmantel beschreibe. Jedenfalls haben wir ihre Bewegungen, nach den schon bei Gelegenheit der Flagellaten mitgetheilten Erörterungen, als schraubenförmige zu betrachten.

Die Bewegungen der Quergeissel scheinen recht einförmig zu sein, indem andauernd kurze Wellen von ihrer Basis nach dem Ende hinziehen, wodurch der Eindruck einer Reihe auf- und abschwingender Cilien hervorgerufen wird, wie leicht begreiflich ist. Dass die Wellenbewegung stets von der Basis nach dem Ende der Geissel fortschreitet, folgt namentlich aus der sehr bestimmten Angabe Bergh's, dass die Bewegung in der Querfurche immer von der linken Bauchseite über den Rücken nach der rechten Seite geschehe. Bei Amphidinium operculatum sah Klebs (44) die Wellen „abwechselnd schneller und langsamer" über die Geissel hinlaufen. Ob die Quergeissel auch zuweilen ruht und welche Form sie dann hat, scheint mir zur Zeit noch etwas unsicher. Klebs fand bei den von ihm gefundenen Ceratien gewöhnlich „vollkommene Ruhe in der Querfurche"; es ist jedoch nicht ganz sicher, woher dies kam.

Gewöhnlich scheint die Wellenbewegung über die ganze Geissel fortzuschreiten; Pouchet gibt aber an, dass manchmal in einem Theil der Furche Ruhe zu herrschen scheine, was übrigens auch darauf beruhen kann, dass sich die Geissel unter Umständen nicht mehr durch die ganze Furche erstreckt.

Besondere Einwirkungen bewirken auch stärkere Contractionen der Quergeissel und können ein Hervortreten derselben aus der Querfurche veranlassen. So fand Klebs, dass bei Amphidinium neben der Wellenbewegung auch eine schwache Peitschenbewegung der Geissel zu beobachten war, indem sich dieselbe bald enger an den Körper anlegte,

bald etwas weiter von demselben abstand. Hervorschleuderung der Geissel aus der Querfurche wurde im lebenden Zustande bis jetzt noch nicht sicher beobachtet, tritt jedoch bei der Abtödtung der Diniferen mit verschiedenen Reagentien (Chromsäure, Chromosmiumsäure, Chlorzink-Jod) häufig ein und führte Klebs zuerst zur Entdeckung der Geissel. Dieses Hervorschleudern ist ohne Zweifel auf eine letzte heftige Contraction vor dem Eintritt des Todes zurückzuführen.

Nach einigen Beobachtungen von Klebs an Ceratium Tripos scheint es aber nicht unmöglich, dass die Geissel zuweilen auch im Leben und, wie Klebs vermuthet, unter ungünstigen Umständen, hervorgeschleudert wird; sie lagert dann im Bauchausschnitt.

Die Bewegungserscheinungen der Dinoflagellaten reihen sich, ihrer allgemeinen Erscheinung nach, innig an die der Flagellaten an. Während wir aber bei den letzteren fast ausnahmslos nur Vorwärtsbewegung in einer bestimmten, durch die allgemeine Morphologie des Körpers bezeichneten Richtung fanden, sind nach den Mittheilungen der verschiedenen Beobachter zahlreiche Dinoflagellaten befähigt, sich abwechselnd mit dem vorderen und hinteren Ende vorwärts zubewegen. Die Prorocentrinen zwar scheinen in dieser wie in anderen Hinsichten noch mit den eigentlichen Flagellaten übereinzustimmen, da bei ihnen nur Vorwärtsbewegung bekannt ist. Auch die Diniferen scheinen gewöhnlich, oder doch häufiger diese Bewegungsrichtung einzuschlagen und bei gewissen Formen, wie Glenodinium cinctum (Bütschli), gewissen Gymnodinien (Bergh), Polykrikos (Bergh) und anderen, scheint dieselbe ausschliesslich vorzukommen. Andere können sich gelegentlich, jedoch selten, auch rückwärts bewegen, wie die Ceratien; nur bei der Gattung Protoceratium Bergh (= Clathrocystis Stein) gibt Bergh „abwechselnde" Bewegung nach vorn und hinten an, es scheint also hier keine der beiden Richtungen bevorzugt zu werden.*)

Wie bei den Flagellaten und ähnlich gebauten Organismen ist die Bewegung fast immer mit Rotation um die Längsaxe verbunden. Von Diplopsalis, dessen Bewegungen nach Bergh überhaupt recht unregelmässig sein sollen, berichtet letzterer, dass gelegentlich auch Rotation um eine Queraxe statthaben könne. Ueber die Richtung der Rotation ist fast nichts bekannt, doch konnte Bütschli (46) bei Glenodinium cinctum feststellen, dass, anders wie bei den Flagellaten gewöhnlich, ein häufiger Wechsel in der Rotationseinrichtung vorkommt. Nach Pouchet soll der Körper des Peridinium divergens bei der Rotation einen Kegelmantel beschreiben, dessen Spitze das Vorderende des Peridinium bilde, und bei Dinophysis acuta beobachtete Bergh gelegentlich Rotation um einen ausserhalb des Körpers gelegenen Punkt, ein Verhalten, wie es bekanntlich auch bei Flagellaten vorkommt.

*) Dasselbe berichtete Pouchet (48. p. 47) kürzlich von einem langgestreckten marinen Gymnodinium.

Die Bewegung ist entweder eine stetige, nur von kurzen Ruhepausen an Hindernissen etc. unterbrochene, oder eine unregelmässigere. Wie erwähnt soll sich nach Bergh namentlich Diplopsalis durch solche Unregelmässigkeiten auszeichnen auch Glenodinium Warmingii sich ähnlich verhalten. Bei einigen Formen beobachtete Bergh auch ruckweise Bewegungen, so bei Gymnodinium gracile und „kleine" Bewegungen dieser Art gelegentlich auch bei Dinophysis acuta.

Wenn auch die Vorwärtsbewegung gewöhnlich mit Rotation verbunden ist, so scheint dies doch nicht immer der Fall zu sein. Bergh bemerkt für die Ceratien, dass eine Rotation „sehr oft" während der Bewegung vorkomme und auch Pouchet findet, dass man die Dinoflagellaten bald rotirend, bald nicht rotirend sich bewegen sehe. Ich möchte vermuthen, dass eine Rotation dann fehle, wenn die Bewegungen auf einer Unterlage, nicht frei erfolgen.

Noch ist die Frage kaum discutirt worden, welchen Antheil die beiden verschiedenen Geisseln an der Bewegung nehmen und welche verschiedenen Aufgaben denselben wohl zukommen. Stein sprach 1878 (28) die Vermuthung aus, dass nur die Längsgeissel der Bewegung diene, die angeblichen Wimpern der Querfurche dagegen der adoralen Spirale der Ciliaten zu vergleichen seien und einen „Nahrungsstrom" dem Munde, den Stein überall annimmt, zuzuführen hätten. Wenn wir nun auch nicht in Abrede stellen wollen, dass die Geisseln möglicherweise bei der Nahrungsaufnahme der wenigen Formen, welche animalisch leben, mitwirken können, so erachte ich die Ansicht Stein's doch für unbegründet. Ich glaube im Gegentheil, dass die Geissel der Querfurche an der Bewegung lebhaft Antheil nimmt und stimme hierin mit Pouchet überein, welcher diese Anschauung gegenüber Bergh vertheidigen zu müssen glaubte; doch hat sich Bergh nirgends über die vorzugsweise Betheiligung der einen oder der anderen Geissel an der Bewegung ausgesprochen, scheint vielmehr die Ansicht zu vertreten, dass sie sich hierbei beide gleichmässig bethätigen, da er sie stets gemeinsam unter der Aufschrift „Bewegungsapparat" beschreibt. Ich stütze mich bei meiner Vermuthung auf die Thatsache, dass man die hintere Geissel bei lebhafter Bewegung nicht selten in Ruhe findet, dass sie demnach in solchen Fällen nicht die Bewegung verursachen kann. Ohne daher in Abrede zu stellen, dass sie unter Umständen auch activen Antheil an der fortschreitenden Bewegung nehme, möchte ich doch vermuthen, dass sie gewöhnlich mehr nach Art der Schleppgeissel der Heteromastigoden wirkt, also hauptsächlich die Richtung der Bewegung und ihre Aenderung beeinflusst. Auch Joseph bemerkte schon, dass die Längsgeissel seines Peridinium stygium hauptsächlich als „Steuer" zu dienen scheine.

Wenn wir, auf Grund der schon bei den Flagellaten entwickelten theoretischen Anschauungen (s. p. 854- 57), die Möglichkeit der Bewegungen der Dinoflagellaten mit Hülfe der Querfurchengeissel unter-

suchen, so werden wir finden, dass diese wohl allein durch dieselbe zu Stande kommen können. Bei Vorhandensein einer, wie es sich bei den Dinoflagellaten findet, um den Körper herum laufenden und in fort dauernden schraubenförmigen Bewegungen befindlichen Geissel, wird zu der Vor- resp. Rückwärtsbewegung nicht wie bei den Flagellaten die längs der Schraubenaxe gerichtete Componente des Wasserwiderstandes (s. die Fig. auf p. 857), sondern die senkrecht dazu einsetzende zur Vor- resp. Rückwärtsbewegung verwerthet werden. Wir können uns mit Hülfe dieser einen Geissel sowohl die Vorwärts- wie Rückwärtsbewegungen erklären und bei beiderlei Bewegungsformen die Rotation in den beiden verschiedenen Richtungen, wenn wir die 4 verschiedenen Fälle in Betracht ziehen: dass die Geissel eine rechts oder linksgewundene Schraube bilden kann und dass diese jedesmal wieder in den beiden entgegengesetzten Richtungen rotiren kann.

Es wird später genauer zu betrachten sein, dass auch die Dinoflagellaten wie andere Mastigophoren nicht selten unter Verlust ihrer Geisseln in den ruhenden Zustand übergehen und dabei die Geisseln gewöhnlich abgeworfen werden. Hier sei nur auf eine Eigenthümlichkeit aufmerksam gemacht, welche die abgestossene Querfurchengeissel des Glenodinium cinctum nach den Beobachtungen Bütschli's (46) zeigt. Nachdem ein solches Glenodinium seine Bewegungen allmählich eingestellt hat, rollt sich in der Gegend der Querfurche plötzlich eine Geissel zu einem korkzieherartigen, engen Gewinde dicht auf und wird, indem sie auf diese Weise natürlich über den Rand des Wesens stark verspringt, deutlich sichtbar. Kurz darauf löst sie sich plötzlich ab und beginnt nun gleich, oder erst nach einigen Secunden, sich lebhaft flatternd umher zu bewegen, wobei sie jedoch fortdauernd im aufgerollten Zustand verweilt. Nach etwa einer Minute kommt sie dann zur Ruhe und stirbt definitiv ab. Wenngleich nicht mit absoluter Bestimmtheit, konnte es Bütschli doch recht wahrscheinlich machen, dass diese Geissel die Quergeissel sei, indem er zuvor die Ablösung der Längsgeissel gelegentlich beobachtet zu haben glaubte; letztere rollte sich hierbei nicht auf. Auch Klebs (44) berichtet, dass die Quergeissel der Dinoflagellaten sehr empfindlich ist und leicht zu Grunde gehe, „indem knötchenartige Anschwellungen entstehen, die sich rasch vergrössern, schliesslich sich trennen, rasch verquellend." Mir ist diese Schilderung nicht ganz verständlich.

8. Der Bau des übrigen Weichkörpers der Dinoflagellaten.

A. Allgemeines über das Plasma und dessen Differenzirung in Regionen

Auch das Plasma der Dinoflagellaten zeigt die in neuerer Zeit so häufig beobachtete, netzige Structur (54, 8a), doch fehlen zur Stunde bei unserer Gruppe noch genauere Untersuchungen über diese Verhältnisse.

Die Differenzirung einer deutlichen peripherischen Ectoplasmaschichte scheint nach meiner Auffassung höchstens bei einigen nackten Formen vorzukommen. Bergh ist zwar der Ansicht, dass sich ein Ecto-

plasma unter den Dinoflagellaten allgemein finde, bei den Umhüllten aber ganz structurlos und homogen sei. Zu dieser Annahme gelangte er aber, wie es scheint, nur durch die irrthümliche Vorstellung, dass der so häufige braune Farbstoff in dem Entoplasma diffus verbreitet sei. Das, was er bei den mit Chromatophoren versehenen Formen Ectoplasma nennt, ist nämlich weiter nichts wie die äusserste, dünne Plasmaschichte des Körpers, welche die darunter befindliche Chromatophorenlage überzieht und die sich von dem übrigen Plasma in keiner Weise durch besondere Eigenthümlichkeiten unterscheidet, desshalb auch nicht wohl als ein Ectoplasma betrachtet werden kann.

Ungefähr dieselben Ansichten, nur etwas unklarer, entwickelt auch Gourret. Er unterscheidet gleichfalls ein gelbes und körniges Centralplasma und ein hyalines farbloses äusseres. Auch spricht er gelegentlich von einem zwischen diesen beiden gelegenen contractilen Plasma. Wie in vielen anderen Punkten tritt eben auch hier die Schwäche dieser Arbeit hervor, die kaum über Ehrenberg fortgeschritten ist. — Auch von dem feinen vacuolären Ectoplasma, welches Blanc (45) bei dem Ceratium Hirundinella beobachtet haben will, vermag ich auf seinen Abbildungen nichts zu erkennen.

Etwas anders scheinen die Verhältnisse bei einigen nackten Formen der Gattungen Gymnodinium und Polykrikos zu liegen. Bei diesen schildert Bergh ein ziemlich dickes farbloses Ectoplasma, welches sich namentlich bei Gymn. gracile (51, 4) und Polykrikos Auricularia (55, 8a) scharf von dem hier röthlich gefärbten Entoplasma unterscheide, auch scheint er genügende Gründe anzuführen, um diese äussere Schicht von einer etwaigen Hülle zu unterscheiden. Immerhin scheint dies noch nicht absolut sicher, da wir durch Klebs die gelegentliche Abscheidung einer ziemlich dicken gallertartigen Umhüllung bei Gymnodinium fuscum kennen gelernt haben. Nur bei Gymn. gracile tritt übrigens auf den Abbildungen Bergh's die Grenze dieses Ectoplasmas gegen das Entoplasma deutlich hervor, bei Gymn. spirale, wo sie gleichfalls angegeben wird, ist davon nichts zu erkennen. Bei letzterer Form findet sich aber eine andere Eigenthümlichkeit dieser äussersten Plasmaschichte. Während dieselbe bei Gymn. gracile eine unregelmässig faltige bis runzelige äussere Oberfläche besitzt, erscheint sie bei der erstgenannten Form deutlich längsstreifig, in einer Weise, welche an die sogen. Muskelstreifen des Ciliaten-Ectoplasmas erinnert. Es sind schmälere körnige Streifen, welche mit breiteren homogenen abwechseln. Nach Bergh soll diese Streifenbildung ihren Sitz in einer tieferen Schichte des Ectoplasmas haben, doch lässt die Abbildung davon nichts wahrnehmen. Da sich nun gerade dieses Gymnodinium durch ein recht entwickeltes Contractionsvermögen auszeichnet, so erscheint die Deutung Bergh's wohl gerechtfertigt; dennoch dürfte im Hinblick auf die Cuticularstreifungen der Flagellaten noch einige Vorsicht geboten sein. Bei seinem Gymnodinium Archimedis erwähnt schliesslich Pouchet eine Art von Integument, das granulirt sei und kleine zerstreute Bläschen (Vacuolen?) aufweise. Auf der Skizze zeichnet er eine radiär gestrichelte äussere Schichte, welche wohl dieses Integument vorstellt (51, 9). Wahrscheinlich muss dasselbe gleichfalls

in die Kategorie der ectoplasmatischen Differenzirungen gerechnet werden.*)

Wie eben bemerkt wurde, zeigt das Entoplasma, resp. das Plasma überhaupt, bei gewissen Formen eine röthliche Farbe, erscheint dann gewöhnlich rosafarbig. Es scheint, dass eine solche Färbung nur bei chromatophorenlosen Formen oder Varietäten vorkommt und auch bei diesen nicht constant ist. Beobachtet wurde sie zuerst von Schmarda bei seinem Glenodinium roseolum (vielleicht ein Gymnodinium), findet sich weiter bei einigen marinen Gymnodinien (gracile Bergh und Archimedis Pouchet, zuweilen auch spirale nach Pouchet), ferner bei Polykrikos von Bergh und Pouchet, während die von Bütschli beschriebene Polykrikosform keine solche Färbung besass. Auch das Plasma der Diplopsalis lenticula zeigt einen röthlichen Ton und ebenso verhält sich nach Bergh und Pouchet meist auch Peridinium divergens. Nach den Angaben des Letzteren scheint auch bei den marinen Gymnodinien diese Färbung nicht constant zu sein.

Nach den vorliegenden Angaben muss man annehmen, dass die geschilderte Pigmentirung eine diffuse ist; immerhin bedarf dies noch bestimmterer Feststellung; auch fehlt zur Zeit jeder Anhalt zur Beurtheilung der möglichen physiologischen Bedeutung dieser Erscheinung.

B. Inhaltskörper des Plasmas.

a. Die Chromatophoren. Nicht nur hinsichtlich der Verbreitung dieser physiologisch so wichtigen Einschlüsse, sondern auch bezüglich ihrer allgemeinen Bildung herrscht eine recht grosse Uebereinstimmung zwischen Flagellaten und Dinoflagellaten. Die Mehrzahl der letzteren führt Chromatophoren und ernährt sich daher im wesentlichen in holophytischer Weise. Ihre grosse Verbreitung ergibt sich leicht daraus, dass eigentlich nur eine Gattung bekannt ist, welcher die Chromatophoren dauernd zu fehlen scheinen, Polykrikos nämlich. Zwar soll auch Diplopsalis nach Bergh derselben immer entbehren; bei ihrer nahen Verwandtschaft mit gefärbten Formen, scheint mir aber wohl möglich, dass noch eine gefärbte Varietät derselben zur Beobachtung kommen mag. In verschiedenen Gattungen sind ferner einzelne Arten chromatophorenfrei, so nach Bergh die marinen Gymnodinien G. spirale und gracile (bei letzterer Art will Pouchet aber gelegentlich auch Chromatophoren beobachtet haben), die Süsswasserform G. Vorticella nach Stein und das sog. Glenodinium pulvisculus (Ehrb.) St. Auch bei je einer Art der Gattungen Peridinium (Protoperidinium pellucidum Bergh = Peridinium tristylum Stein) und Dinophysis fand Bergh nie Chromatophoren.

Wie bei den Flagellaten bemerkt man nicht selten, dass die in der Regel gefärbten Arten auch gelegentlich farblos vorkommen. Bei den marinen Ceratien wurde dies nicht selten beobachtet; ebenso bei

*) In seiner neueren Arbeit (48a, p. 67) schildert Pouchet ferner eine solche radiär gestrichelte Ectoplasmaschichte bei seinem Gymnodinium crassum und vergleicht sie der sog. Myophanschicht der Ciliaten. Der radiär fasrige Bau entspricht denn auch dem des Ectoplasmas vieler Ciliaten, findet sich jedoch auch, wie früher erwähnt, schon bei gewissen Flagellaten.

gewissen Peridinien, und das häufige Peridinium divergens scheint sogar gewöhnlich chromatophorenfrei zu sein, enthält aber nach Pouchet doch zuweilen solche.

Recht mannichfaltig ist die Färbung der Chromatophoren; im Allgemeinen finden sich dieselben Nuancen, welche auch bei den Flagellaten schon verzeichnet wurden. Häufiger sind die braunen Töne, von Gelblichbraun bis mehr oder weniger tief Braun und Braungrün. Es scheint, dass wenigstens die marinen Formen ausschliesslich gelbe bis braune Farben aufweisen, während bei den Süsswasserformen auch eine mehr oder weniger reichliche Beimischung von Grün, sogar reines Grün auftreten kann. Klebs wollte überhaupt in Abrede stellen, dass sich grüne Chromatophoren in unserer Gruppe finden, dies lässt sich aber angesichts der bestimmten Angaben und Abbildungen älterer und neuerer Forscher nicht aufrecht erhalten. Ob zwar der Farbstoff der Chromatophoren zuweilen reines Chlorophyll ist, scheint auch mir zweifelhaft; es wird sich eben wohl immer um ein Gemisch von Chlorophyll und Diatomin handeln, aber in sehr wechselnden Verhältnissen.

Bergh entwickelte die eigenthümliche Ansicht, dass Chlorophyll und Diatomin bei den Dinoflagellaten gesondert vorhanden seien; der letztere Farbstoff sollte diffus im Plasma verbreitet,*) der erstere demselben in Form von Körnern eingelagert sein. Die Unhaltbarkeit dieser Ansicht hat schon Klebs genügend dargelegt. Wie bei den Flagellaten sind eben auch hier die beiden Farbstoffe immer zusammen in geformten Chromatophoren vereinigt und der Irrthum Bergh's kann sich nur dadurch erklären, dass er die nach Alkoholbehandlung auftretende reine Chlorophyllfärbung deutlicher an geformte Bestandtheile gebunden sah, wie die ursprüngliche Farbe.

Wie in der Färbung findet sich auch in der Gestalt und Lage der Chromatophoren viel Uebereinstimmung mit den Flagellaten, doch scheinen noch, häufiger wie bei den letzteren Verschiedenheiten bei einer und derselben Art vorzukommen. Gewöhnlich liegen auch hier die Chromatophoren peripherisch, dicht unter der Oberfläche, und reichen nur bei wenigen Formen bis gegen das Centrum. Wir werden aber später finden, dass sie unter gewissen Lebensverhältnissen aus ihrer peripherischen Lage in eine mehr centrale übergehen können.

Zwei grosse, dünne Chromatophorenplatten, welche je eine Seite des comprimirten Körpers einnehmen, finden wir bei der zu den Prorocentrinen gehörigen Gattung Exuviaella (51, 2c; chr) und erblicken darin wiederum eine charakteristische Annäherung an die Cryptomonadinen, wo das Gleiche früher geschildert wurde. Gleichzeitig scheinen diese Chromatophoren die einzigen zu sein, bei welchen das Vorkommen eines Pyrenoids wenigstens wahrscheinlich wurde. Der Mitte der Aussen-

*) Auch Pouchet (18. p. 35) hält noch daran fest, dass das Diatomin sich auch zuweilen gelöst im Plasma finde. Reines Chlorophyll finde sich bei dem sogenannten Protoperidinium viride.

fläche jeder Platte liegt nämlich eine uhrglasförmig gewölbte, dünne Amylonscheibe auf; es lässt sich desshalb hier ein Pyrenoid vermuthen, welches dem der Chromatophoren mancher Euglenen nicht unähnlich wäre.

Bei den übrigen Dinoflagellaten begegnen wir gewöhnlich zahlreichen kleineren Chromatophoren, doch scheint die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass auch bei manchen zu gewissen Zeiten grössere vorhanden sind, welche sich später in zahlreichere kleinere zertheilen.

Etwas besondere Verhältnisse weist jedenfalls die interessante, aber leider nicht genügend studirte Gattung Pyrophacus auf, die nach Stein's Abbildungen wahrscheinlich ein central gelegenes, einheitliches grosses Chromatophor enthält, von welchem sich zahlreiche strahlenförmig angeordnete und z. Th. verzweigte Ausläufer allseitig bis unter die Oberfläche erstrecken (54, 3c). Ein entsprechend gebautes Chromatophor findet sich nach Bergh wahrscheinlich bei Glenodinium Warmingii und nach Klebs bei dem nahe verwandten Gl. obliquum (51, 12). Derselbe Forscher berichtet ähnliches von den Ceratien; häufiger scheint aber nach seiner Darstellung der Zustand zu sein, dass ein aus „verhältnissmässig dünnen Fäden" gebildetes netzförmiges Chromatophor vorhanden ist. Klebs bemerkt jedoch, dass unter „Veränderung der äusseren Bedingungen" das zusammenhängende Chromatophor der Ceratien leicht in zahlreiche kleine, scheibenförmige zerfalle. So fand ich die Verhältnisse stets bei conservirten Ceratium Tripos, welche ich in grösserer Anzahl untersuchte (54, 1a) und dasselbe zeigen denn auch schon die Figuren Ehrenberg's für Cer. Tripos und Furca, wie diejenigen Steins für die erstgenannte Form und Cer. tetraceros. Auf den Originalabbildungen Lieberkühn's sind die kleinen scheibenförmigen Chromatophoren der letzteren Species deutlichst angegeben und ihre Zusammenordnung zu netzartigen Zügen ist recht kenntlich (53, 7c).

An ein centrales, sternförmiges Chromatophor erinnern noch die Verhältnisse bei Amphidinium operculatum (54, 6c), wo gewöhnlich eine ziemliche Anzahl bandförmiger Chromatophoren um einen centralen kugligen, nach Stein amylonartigen Körper strahlig angeordnet ist. Wie die sternförmigen Chromatophoren überhaupt, erinnern auch die Verhältnisse bei Amphidinium an die mancher Euglenen nach den Schilderungen von Schmitz. Stein's Abbildungen lassen aber gut erkennen, dass bei Amphidinium nicht selten auch viel zahlreichere, kleinere Chromatophoren vorhanden sind, die dann wohl eine peripherische Schicht bilden und sich aus dem Zerfall der grösseren herleiten werden.

Dem letzteren Verhalten schliessen sich auch die meisten übrigen Dinoflagellaten an, indem sich deren Chromatophoren in einer einfachen und meist dicht gedrängten Schicht unter der Oberfläche anordnen, nur von einer sehr dünnen Plasmalage bedeckt (51, 10). Die Gestalt der Chromatophoren hängt unter diesen Umständen namentlich von dem Grad ihrer Ausdehnung nach dem Centrum ab. Sind sie in

dieser Richtung wenig entwickelt, so erscheinen sie mehr scheibenförmig bis kuglig, springen sie stärker gegen das Centrum vor, so werden sie natürlich kürzer oder länger stäbchenförmig.

Etwas besondere Verhältnisse scheinen sich bei Dinophysis acuta zu finden, indem Stein hier nur wenige grössere rundliche bis unregelmässige oder bandförmige Chromatophoren beobachtete; auch die Schilderungen Bergh's stimmen damit ziemlich überein.

Am Schlusse dieses Abschnittes über die Chromatophoren glauben wir kaum besonders betonen zu müssen, dass sich nicht ein einziger Anhalt finden lässt, welcher gegen die von Brandt*) in Zweifel gezogene endogene Natur derselben spräche.

b. Amylum scheint wenigstens bei den mit Chromatophoren versehenen Formen regelmässig vorzukommen; dass es den ungefärbten nicht immer ganz fehlt, wie Bergh vermuthete, wurde schon von Klebs erwiesen, der bei einer farblosen Varietät des Peridinium Michaelis Stärke fand, wie denn auch die Analogie mit den Flagellaten hierfür spricht. Die meist kleinen Stärkekörner finden sich stets im Plasma, nie in den Chromatophoren und liegen bei den mit einer peripherischen Chromatophorenschicht versehenen Formen nach innen von dieser (51, 10a; a). Interessant erscheint der von Stein angegebene centrale amylonartige Körper des Amphidinium operculatum und die uhrglasförmigen Amylumscheiben der Exuviaella. Die Beziehungen letzterer Gebilde zu den Chromatophoren wurden schon oben erwähnt. Einen geschichteten Bau der Amylonkörner beobachtete Bergh bei den Ceratien (53, 10e; a), ich konnte denselben bei den von mir untersuchten Exemplaren nicht deutlich wahrnehmen. Etwas abweichend soll sich nach Bergh das Amylum der Ceratien gegen Jod verhalten, indem es sich damit blauviolett färbe, bei den übrigen Formen war die Färbung eine rein blaue.

c. Fett, rothes Pigment und Stigmata (Augenfleeke). Ein farbloses Fett gehört nach Klebs zu den gewöhnlichen Einschlüssen des Plasmas; dasselbe ist in Alkohol leicht löslich und schwärzt sich mit Osmiumsäure. Häufig treten auch gelbe, bis in verschiedenen Nüancen roth gefärbte, ölartige Kugeln oder Tropfen im Plasma auf. Die rothe Farbe derselben rührt höchst wahrscheinlich von demselben Farbstoff her, welchen wir bei den Flagellaten in ähnlicher Weise auftreten sahen, dem Haematochrom. Selten aber scheint sich dieses rothe Fett bei den Dinoflagellaten in so feiner Vertheilung zu finden, wie dies bei rothen Flagellaten gewöhnlich ist. Nur bei einigen rothen, von Schmarda (16) in Egypten beobachteten Formen von zweifelhafter Stellung, war dies vielleicht der Fall. Solche rothe Fettkugeln finden sich nicht nur bei gefärbten, sondern auch bei farblosen Formen; in letzterer Hinsicht erregt namentlich Peridinium divergens Interesse, welches gewöhnlich viele

*) Mittheilungen der zool. Station zu Neapel Bd. 4. p. 294.

derartige Fetttropfen enthält, dagegen gewöhnlich keine Chromatophoren. Die Tropfen liegen wie die Stärkekörner im innern Plasma und meist unregelmässig zerstreut; bei Peridinium divergens sollen sie nach Pouchet nicht selten einen Kranz längs der Querfurche bilden.

Die Farbe ist etwas verschieden, indem sie zwischen Bräunlich („chamois", gemsfarbig nach Pouchet) und Braunroth bis Zinnober- und Carminroth schwankt. Klebs (36) versichert, dass sich die gelblichen Tropfen in rothe umzuwandeln scheinen, indem die rothe Farbe allmählich in ihnen auftrete, so dass Tropfen mit theilweiser Gelb- und Rothfärbung zuweilen vorkämen. Hiermit verbindet er die weitere Angabe, dass aus solchen Tropfen das rothe Pigment mittels Alkohol auszuziehen sei, das gelbe dagegen nicht. Dem widersprechen aber wohl die Angaben von Bergh, welcher bei Peridinium divergens die rothen Tropfen in Alkohol völlig löslich fand.

Wie bei den Flagellaten scheint das rothe Fett häufig bei ruhenden Formen und auch schon während der Vorbereitung zum Ruhezustand besonders reichlich entwickelt zu werden. Schon Carter fand dies bei dem in Indien beobachteten, sogenannten Peridinium sanguineum, bei welchem einige Zeit vor Eintritt der Ruhe die ursprünglich grüne Farbe in eine völlig rothe übergeht. Auch ich beobachtete ähnliches, wenn auch nicht so ausgeprägt, bei Glenodinium cinctum. Jedenfalls ist die physiologische Bedeutung dieser Erscheinung dieselbe wie bei den Flagellaten, wenn sie auch zur Zeit noch nicht scharf präcisirt werden kann.

Ehrenberg und zahlreiche spätere Beobachtern wiesen auf das Vorkommen von sogenannten Stigmen oder Augenflecken bei den Dinoflagellaten hin. Perty und später Claparède und Lachmann hoben die Unregelmässigkeit im Auftreten dieser Gebilde bei einer und derselben Art hervor, doch halte ich es für wohl möglich, dass sie dabei zu weit gingen und nicht hinreichend scharf zwischen den geschilderten rothen Fetttropfen und den eigentlichen Stigmen unterschieden. Neuere Beobachter, wie Bergh und Klebs, berichten nichts über solche Gebilde und letzterer möchte sogar ihr Vorkommen bestimmt leugnen, oder hält es doch für sehr zweifelhaft. Dem gegenüber konnte ich (46) darauf hinweisen, dass bei Glenodinium cinctum ein echter, in allen Beziehungen mit denen der Flagellaten übereinstimmender Augenfleck vorhanden ist und zweifele daher auch nicht, dass die in ähnlicher characteristischer Lage von anderen Dinoflagellaten beschriebenen Gebilde ebenso beurtheilt werden müssen. Die Stigmen nehmen bei den Diniferen (wo sie bis jetzt allein gefunden wurden) eine bestimmte Stellung am Körper ein, sie sind nämlich etwa der Mitte der Längsfurche eingelagert (51, 10a und 13; 53, 7c; oc), als ovale, längliche oder zuweilen (Glenodinium cinctum) hufeisenförmige und lebhaft roth gefärbte Körper.

Am besten ist der Augenfleck des Glenodinium cinctum bekannt, und da die der übrigen Formen der Lage nach mit demselben gut übereinstimmen, so lässt sich wohl annehmen, dass sie auch in ihren sonsti-

gen Eigenthümlichkeiten nicht wesentlich abweichen. Wie das Stigma der Flagellaten liegt auch das von Glenodinium ganz direct unter der oberflächlichen Plasmaschicht der Längsfurche, als eine verhältnissmässig dünne Platte und da letztere sich der Längsfurche in ihrer ganzen Breite anschmiegt, so ist sie natürlich entsprechend dieser gekrümmt und besitzt ferner einen nach vorn schauenden hufeisenförmigen Ausschnitt.

Wie bei den Euglenen ist das Stigma aus zahlreichen kleinen Kügelchen oder Körnchen zusammengesetzt, welche sich leicht von einander trennen. Auch das Verhalten gegen Jod wie Schwefelsäure stimmt mit dem bei den Flagellaten überein und beweist, dass auch hier die färbende Substanz Haematochrom ist.*)

Die Verbreitung der Stigmen unter den Dinoflagellaten lässt sich zur Zeit aus schon angegebenen Gründen nicht ganz sicher beurtheilen. Sie wurden vorzugsweise bei Süsswasserarten beobachtet, von marinen scheint nur die Heterocapsa trochoideum St. sp. (= Glenodinium trochoideum St.) einen Augenfleck zu besitzen. Wir begegnen ihm weiter bei den Gattungen Gymnodinium, Glenodinium, gewissen Peridinien und auch zuweilen bei Ceratium (tetraceros nach Lieberkühn's Originalien.

d. Zu den merkwürdigsten Erzeugnissen des Plasmas einer Dinoflagellatenform gehören die Nesselkapseln und sind in vieler Hinsicht beachtenswerth. Einmal, weil sie unter den zur Zeit bekannten Formen ganz unvermittelt bei der einzigen Gattung Polykrikos auftreten und weil sie viel höher entwickelt sind als bei sonstigen Protozoen. Wohl begegnet man ja bei Flagellaten und Ciliaten nicht selten den in mancher Hinsicht nesselkapselartigen Trichocysten, nur bei einer einzigen Ciliatenform aber (Epistylis flavicans) wurden echte Nesselkapseln beobachtet, die wir unter den Protozoen sonst nur noch bei den Myxosporidien finden. Doch ist die Ausbildung der Kapseln in den letztgenannten Fällen eine viel einfachere, während diejenigen der Polykrikos denen der Cölenteraten selbst in feineren Verhältnissen entsprechen.

Die Kapseln liegen in nicht gerade sehr erheblicher Zahl in der äusseren Plasmaregion des Körpers (55, 8; nk), dem Ectoplasma Bergh's und treten, wie letzterer nachwies, in verschiedenen Entwicklungsstadien auf, wodurch der Einwand, dass sie nicht genuine Theile des Organismus seien, widerlegt wird. Ihre Gestalt ergibt

*) Ein seltsam weiterentwickeltes Stigma beschreibt Pouchet (18) von einer marinen, mit Gymnodinium zunächst verwandten Dinoflagellate, deren genauere Beschreibung jedoch leider zur Zeit noch fehlt. Das Stigma wird hier von einer kugligen Anhäufung schwarzen Pigments gebildet, welche im Innern des Körpers liegt und der ein ziemlich kugliger, linsenartiger Körper von glasartig durchsichtiger Beschaffenheit, meist mittels eines stielförmig ausgezogenen Theils angefügt ist. Letzterer Körper ist so gelagert, dass er dem bei der Bewegung vorangehenden Pol zuschaut. Während Pouchet nun in der Pigmentanhäufung eine Art Chorioidea vermuthet, sieht er in dem durchsichtigen Körper einen lichtbrechenden Apparat, der sich nach seinen Beobachtungen noch aus einer äusseren Haut, die er einer Cornea vergleichen möchte und einer inneren Masse, die der Linse an die Seite zu stellen sei, zusammensetze.

sich am Besten aus der Abbildung (8c), die denn auch weiter verräth, dass, wie bei den grösseren Kapseln der Cölenteraten, der eingestülpte Theil zunächst zu einer Art Vorhöhle entwickelt ist, in welche der basale Theil des Fadens hineinragt, während der übrige feinere Faden in dem hinteren Theil der Kapsel in dichten Schraubenwindungen aufgerollt liegt. Durch Druck werden die Kapseln zum Ausschnellen gebracht. Die Vorhöhle bildet dann scheinbar den vordersten Theil der Kapsel, von welcher sich der ausgeschnellte Faden erhebt. Welche specielle physiologische Leistung die Nesselkapseln unserer Gattung zu erfüllen haben, lässt sich zur Zeit nicht angeben.

e. Vacuolen. Im Allgemeinen scheint das Plasma der Dinoflagellaten nicht besonders zur Vacuolisirung zu neigen; nur bei Klebs (36) finde ich die Angabe, dass das Plasma der Süsswasserformen zuweilen netzig-vacuolär sei.*) Dagegen ist das Vorkommen einiger weniger, oder auch nur einer mehr oder minder ansehnlichen Vacuole eine recht gewöhnliche Erscheinung; aber die Meinungen über die Natur dieser Vacuolen sind noch recht getheilte. Stein glaubt sie stets als die contractilen Behälter bezeichnen zu dürfen, obgleich er ausdrücklich erwähnt (28) dass er „keine Formveränderungen an denselben wahrgenommen habe.“ Bergh spricht zwar in der Uebersicht seiner Ergebnisse die Ansicht aus, dass eine contractile „Blase“ nirgends mit Sicherheit nachgewiesen sei, dennoch versuchte er im speciellen Theil für einige Formen, wie Prorocentrum und Peridinium tristylum wahrscheinlich zu machen, dass die sog. Blase sich contrahire, wenngleich sehr langsam. Für die ersterwähnte Form betont er sogar, dass die betreffenden Vacuolen wohl den contractilen der Flagellaten entsprächen. Besondere Verhältnisse dieser Blase oder Vacuole führten ihn zu der Vermuthung, dass dieselbe nicht etwa zur Entfernung von Flüssigkeit aus dem Leib des einzelligen Organismus diene, sondern dass sie zur Einfuhr flüssiger Nahrung bestimmt sei, eine Vorstellung, welche sich also im wesentlichen mit der Stein's von dem contractilen Vacuolensystem der Euglenen deckt (s. p. 712). Zu letzterer Auffassung gelangte aber Bergh wohl hauptsächlich desshalb, weil er die Vacuole namentlich bei farblosen Formen beobachtete, wesshalb ihm die Idee nahe lag, dass dieselbe in irgend einer Beziehung zu der Ernährung derselben stehen werde, welche ja nicht mittels Chromatophoren, aber doch auch nicht auf thierischem Wege vor sich gehe. Diese Ansicht dürfte jedoch schon dadurch stark erschüttert werden, dass auch die gefärbten und sich entschieden auf holophytische Weise ernährenden Formen solcher Vacuolen sicher nicht entbehren. Während Klebs in seiner ersten Mittheilung sich sehr skeptisch bezüglich contractiler Vacuolen der Dinoflagellaten aussprach und die zuweilen zu beobachtende Vacuole dem „Zelllumen“ vieler Algen vergleichen wollte, schloss er sich

*) Eine netzig vacuoläre Beschaffenheit beschreibt Ponchet (48) neuerdings in dem peripherischen Plasma der vorderen Körperhälfte seines Gymnodinium crassum.

in seiner zweiten Arbeit, was das Thatsächliche angeht, den Mittheilungen von Bergh innig an, bemerkte aber doch, dass die Vacuolen den „Zellsaftvacuolen“ vieler Pflanzenzellen wohl entsprechen dürften. Wir werden aber gleich sehen, dass gewisse Erfahrungen gegen eine solche Auffassung sprechen und es nicht unwahrscheinlich machen, dass die Vacuolen sich den contractilen mancher Flagellaten anreihen, wenn sie auch Verschiedenheiten von den gewöhnlichen aufweisen.

Die meist in Ein- bis Zweizahl vorhandenen Vacuolen zeigen zunächst mit denen vieler Flagellaten darin eine gewisse Uebereinstimmung, dass sie eine ähnliche Lage haben. Sie finden sich nämlich, wie es scheint, stets in der Nähe der Geisselbasis, also auch in der Nähe der Geisselspalte. Bei den Prorocentrinen liegen sie also im Vorderende des Körpers (51, 1b, 2a, v), bei den Diniferen dagegen mehr in der Mittelregion und, wie es scheint, häufiger im Vorder- als Hinterkörper (51, 10a; r). Letztere Lage ist nach der Abbildung Stein's besonders ausgesprochen bei Ceratium tetraceros (53, 7a; v), wo die Vacuole etwa am hinteren Ende des hier bekanntlich sehr langen Geisselspaltes abgebildet wird, während sie bei den übrigen Arten gleichfalls im Vorderkörper liegen soll, was aber wohl nicht ganz constant sein dürfte (54, 1a und 1b; v). Wo die Geisselspalte ganz hinten liegt, erstreckt sich auch die Vacuole tief in die Hinterhälfte des Körpers hinein, wie dies für Diplopsalis von Bergh deutlich geschildert wird, aber wohl auch sicher für verwandte Formen, wie Blepharocysta und Podolampas, gelten dürfte. Natürlich findet sich die Vacuolenbildung bei den mit reducirtem Vorderleibe versehenen Dinophysiden gleichfalls im Hinterkörper (54, 6b und 8a; v).

Auch bei denjenigen Formen, welchen Bergh die Vacuole abspricht, scheint es mir recht wahrscheinlich, dass sie nur übersehen wurde; für eine Anzahl derselben ist sie übrigens auch von Stein schon angegeben worden.

Mehr wie zwei Vacuolen finden sich wohl selten, aber es scheint, dass die Zweizahl für einige Formen eine gewisse Regelmässigkeit besitzt. Dies gilt namentlich für die Prorocentrinen, bei welchen Bergh, Stein und Klebs solches berichten. Die beiden Vacuolen dieser Formen, wie die gewisser Diniferen, fliessen aber nicht selten zu einer einzigen zusammen und die in solcher Weise vereinfachte Vacuole kann zeitweilig durch ein feines, nach vorn verlaufendes Kanälchen an der Stelle der Geisselinsertion mit der Aussenwelt in Verbindung stehen. Letzteres Verhalten wurde für die Prorocentrinen allein von Stein geschildert (51, 1a), wir haben aber keine Veranlassung an der Zuverlässigkeit seiner diesbezüglichen Angaben zu zweifeln, da Bergh für eine Reihe von Diniferen Aehnliches berichtet hat und Klebs (44) diese Mittheilungen für wohl möglich erklärt. Bergh will nämlich auch beobachtet haben, dass die Vacuole, wenigstens zu gewissen Zeiten, durch ein feines Kanälchen, das in der Geisselspalte münde, mit dem umgebenden Wasser communicire. Besonders klar wurde ihm dies bei seinem Protoperidinium pellucidum (= Peridinium tristylum

Stein); weiter glaubt er, sich von demselben Verhalten noch bei einer Anzahl Peridiniden, wie Diplopsalis und Peridinium divergens, überzeugt zu haben, selbst bei Ceratium Furca schien es ihm recht wahrscheinlich. Ebenso gelang es, das Kanälchen bei Dinophysis laevis wahrzunehmen. Aus diesen Erfahrungen scheint also hervorzugehen, dass das zeitweilige Vorkommen eines solchen Kanälchens eine weit verbreitete, vielleicht allgemeine Erscheinung ist.

Es verdient nun ein besonderes Interesse, dass Stein bei Prorocentrum micans zuweilen in der Gegend, wo dieses Ausführungskanälchen der Vacuole erscheint, ein cylindrisches Bündel eigenthümlicher Stäbchen wahrgenommen hat (51, 1 b; s), das in mancher Beziehung an die Schlundbildung von Cryptomonas erinnert, was auch Stein schon andeutete. Wir haben vor Kurzem von Fisch*) erfahren, dass die contractile Vacuole von Chilomonas in den Anfang des Schlundes einmündet, wesshalb ich die Möglichkeit, das von Stein gelegentlich gesehene Gebilde mit dem Schlund dieser Flagellate zu vergleichen, nicht von der Hand weisen kann. Bei den in ziemlicher Menge von mir beobachteten, allerdings conservirten Prorocentrinen konnte ich übrigens nie etwas von dieser Einrichtung wahrnehmen.

Wenn nun schon die namentlich von Bergh hervorgehobene Variabilität in der Grösse der Vacuolen auf die Möglichkeit ihrer Contractionsfähigkeit hindeutet, wobei es sich jedoch natürlich nur um sehr allmähliche und langsame Volumveränderungen handeln kann, so scheint diese Möglichkeit noch dadurch befestigt zu werden, dass die ganze Einrichtung eine nicht zu verkennende Analogie mit dem Vacuolensystem, welches wir bei den Euglenoidinen kennen lernten, darbietet, speciell dem der Coelomonadinen (s. p. 714). Ich möchte daher annehmen, dass es sich bei den Dinoflagellaten um eine oder zwei langsam contractile Vacuolen handelt, welch letztere vor der Entleerung gewöhnlich zusammenfliessen und sich dann durch ein feines Kanälchen nach aussen öffnen. Die temporäre Bildung eines solchen Kanälchens kann uns nicht gerade überraschen, da wir ja ähnliches bei den contractilen Vacuolen mancher Infusorien begegnen, wenn auch die Kanälchen hier die Bedeutung zuleitender, nicht ausleitender Apparate haben und Fisch neuerdings auch bei Peranema trichophorum die vorübergehende Bildung eines derartigen Ausführkanälchens bestätigte.

Namentlich die Analogie mit den erwähnten Einrichtungen der Flagellaten ist denn auch Ursache, dass ich mich den Anschauungen Bergh's hinsichtlich der physiologischen Bedeutung der Vacuolen nicht anschliessen kann, denn bei den ersteren hat das System meiner Auffassung nach sicherlich nichts mit der Aufsaugung flüssiger Nahrung zu thun, wenn auch Stein diese Ansicht für die Engleninen entwickelte. Auch scheint es nach unseren Erfahrungen kein Bedürfniss für chromatophorenfreie

*) Fisch, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 42. p. 85.

Formen, einen besonderen Aufsaugungsapparat auszubilden, da wir viele pflanzliche und thierische einzellige Wesen kennen, deren Ernährung auf saprophytische Weise geschieht, ohne die Beihülfe einer besonderen derartigen Einrichtung.

Die besonderen Verhältnisse des Vacuolenapparates der Dinoflagellaten machen es aber auch unmöglich, der Ansicht von Klebs zuzustimmen, dass derselbe den Safträumen der Algenzellen gleichzusetzen sei. Es soll aber damit nicht in Abrede gestellt werden, dass nicht auch bei den Dinoflagellaten Vacuolen gewöhnlicher Art, die sich jenen Zellsaftvacuolen der Pflanzenzellen an die Seite stellen, anzutreffen seien.

f. Die Kerne. Mit den Flagellaten hat unsere Abtheilung gemeinsam, dass fast ohne Ausnahme nur ein einziger Nucleus vorhanden ist, während dessen Structur, soweit sie bis jetzt erforscht wurde, von der bei den Flagellaten gewöhnlichen ziemlich abweicht, aber doch auch Anschlüsse an den Bau gewisser Flagellatenkerne darbietet, ebenso aber auch an denjenigen der Infusorien-Hauptkerne.

Eine Ausnahme bezüglich der Zahl der Kerne bildet nur die Gattung Polykrikos, da sich bei derselben gewöhnlich 4 Nuclei finden, die in gleichen Abständen in einer Längsreihe hintereinander liegen (55, 8a; n). Diese Ausnahme darf aber wohl als eine Bestätigung der Regel gelten, da wir ja schon aus anderen Eigenthümlichkeiten dieser Gattung kennen, dass bei ihr eine Art segmentaler Vermehrung einzelner Organe eingetreten ist. Sonst wurde nur ein nicht ganz sicherer Fall von Verdoppelung des Kernes bei Ceratium Tripos von Bütschli (46) beobachtet.

Die Lage des Kernes scheint bei den Dinoflagellaten im Wesentlichen constant zu sein, es ist wenigstens nicht bekannt, dass der Kern Verschiebungen im Plasma erleidet, auch sind die Schwankungen, welche wir bei den Individuen einer Art in seiner Lage beobachten, geringfügige.*) Bei den Prorocentrinen liegt er ziemlich in der Mitte (Prorocentrum) oder im hinteren Drittel des Körpers (Exuviaella), also im Allgemeinen ähnlich wie bei den nächstverwandten Flagellaten. Bei den Diniferen dagegen herrscht im Allgemeinen die Lage im Vorderkörper bei weitem vor, dessen Mitte er dann gewöhnlich einnimmt. Bei gewissen Formen lagert er sich ziemlich in die Mittelregion des Körpers, also in die Höhe der Querfurche, so z. B. gewöhnlich bei Peridinium cinctum, Peridinium divergens und Ceratium Hirundinella (nach Blanc), ebenso bei dem eigenthümlichen Gymnodinium spirale Bergh. Es finden sich aber auch einige Gattungen, bei welchen er im Hinterleib liegt. Natürlich ist dies bei den Dinophysiden der Fall. Bei Dinophysis nimmt er ziemlich die Mitte des Hinterleibes ein, liegt aber nach Bergh gewöhnlich der Rückseite genähert (eine solch dorsale Lage soll nach dem gleichen Beobachter meist auch

*) Nur Pouchet (48) hat bei Ceratium eine eigenthümliche langsame Rotation des Kernes, jedoch nur sehr selten beobachtet. Es schien ihm, dass hierbei der gesammte Kern in Bewegung sei. Doch sind die Beobachtungen nicht hinreichend zu einer wirklichen Beurtheilung des Vorgangs.

bei Diplopsalis und Glenodinium Warmingii vorkommen). Aehnlich wie bei den Dinophysiden ist auch der Kern der Gattung Oxytoxum unter den Peridiniden gelagert, wenn unsere morphologische Orientirung derselben richtig ist (nach Stein würde er sich auch hier in der Vorderhälfte finden). Endlich gehören hierher noch Hemidinium und Peridinium tristylum nach Stein, sowie Gymnodinium gracile nach Bergh.

Ziemliche Mannichfaltigkeit zeigt die Gestalt der Nuclei, welche z. Th. kugelförmig bis gedrungen ellipsoidisch, weiterhin aber auch nicht selten ziemlich langellipsoidisch sein kann. Streckt sich der Kern noch mehr in die Länge, so wird er bandförmig, und da solche Kerne gewöhnlich in die Ebene der Querfurche liegen, so müssen sie sich, wenn ihre Länge ansehnlicher wird, krümmen und erscheinen dann hufeisenförmig (52, 3b; n). Derartige Nuclei erinnern etwas an den Hauptkern der Vorticellen und mancher anderen Ciliaten. Zuweilen finden sich aber auch ganz unregelmässig gestaltete Kerne. Am bezeichnendsten in dieser Hinsicht ist Prorocentrum micans, dessen Kern Bütschli gewöhnlich unregelmässig gelappt und in Fortsätze verlängert fand, doch kommen wohl auch zuweilen einfache, ovale Nuclei vor; auch bei Peridinium divergens begegnet man nicht selten unregelmässig gebuchteten Kernen.

Die Stellung der ellipsoidischen Nuclei zum Körper hängt etwas von der Gestalt desselben ab, indem sich im Allgemeinen die längere Axe des Nucleus auch dem längeren Durchmesser des Körpers parallel lagert. Dies ist gut zu bemerken bei den langgestreckten Ceratium Furca und Fusus, doch auch bei Podolampas und Gymnodinium spirale. Bei dem dorsoventral stark abgeplatteten Ceratium Tripos stimmt auch der kürzeste Durchmesser des Kernes gewöhnlich mit dem kleinsten Durchmesser des Wesens überein.

Von höchstem Interesse ist die feinere Structur der Kerne, welche erst in neuerer Zeit etwas genauer bekannt wurde. Von den meisten Flagellatenkernen und vielen der früher betrachteten Protozoën entfernen sie sich dadurch sehr, dass der bläschenförmige Bau völlig fehlt, dagegen stets ein fädig-netziger in ganz besonders schöner und klarer Ausbildung vorhanden ist. Da nun eine solche Bauweise, wie wir von früher wissen (s. p. 741), auch bei gewissen Flagellaten, obgleich nie so deutlich, vorkommt, so steht die Kernstructur der Dinoflagellaten diesen nicht unvermittelt gegenüber und schliesst sich, wie erwähnt, andererseits an die der Infusorien-Hauptkerne an.

Von der fädigen Structur der Kerne konnte zuerst Allman (18) bei seinem Peridinium uberrimum etwas beobachten. Bergh nahm gewöhnlich nur eine feinkörnige Structur wahr, doch schien sie ihm bei den Ceratien zuweilen etwas netzig. Gourret hat die Kernstructur ganz übersehen, er beschreibt den Nucleus als hyalin und homogen. Erst Klebs machte auf die eigenthümliche Beschaffenheit des Kernes aufmerksam, er beschreibt sie als sehr deutlich fädig; die Kernfäden seien relativ dick und gewöhnlich regelmässig parallel gelagert, nicht

homogen sondern aus einzelnen Gliedern zusammengesetzt, welche sich beim Verquellen in Wasser von einander trennten. Feine stäbchenartige Gebilde beschreibt auch Blanc aus dem Nucleus des Ceratium Hirundinella. Viel weniger sicher lauten die Angaben von Pouchet, welcher eine feine Netzstructur beschrieb, häufiger aber eine durch zahlreiche kleine Kügelchen hervorgerufene Granulation, welche durch ihre Anordnung parallele Linienzüge erzeugen soll, beobachtet haben will.*) Auch Stein deutete auf wenige Figuren eine parallelstreifige Beschaffenheit des Kernes an. Zuletzt beschäftigte sich Bütschli (46) mit der Kernstructur und die im Nachfolgenden zu machenden Angaben gründen sich wesentlich auf diese Untersuchungen.

Von einer Kernmembran wurde bis jetzt kaum etwas beobachtet, doch scheint mir ihr Fehlen nicht genügend sichergestellt. Nur Blanc will eine äusserst feine Membran an dem Kern des Ceratium Hirundinella stets beobachtet haben. Die leichtfärbbare Masse des Kernes wird in ganz gleichmässiger Weise von einer Gerüstsubstanz gebildet, welche im Allgemeinen aus ziemlich dicken Fäden zusammengesetzt ist, die auch, wie es Klebs angibt, nicht gleichmässig sind, sondern in ziemlich regelmässigen Abständen kleine Anschwellungen aufweisen (53, 10d; 54, 2b). Ob diese Fäden in der von Klebs angegebenen Weise bei der Verquellung in Wasser zerfallen, habe ich nicht festgestellt. Sehr gewöhnlich, namentlich bei den kugligen oder ellipsoidischen Kernen, ziehen nun die Fäden in recht regelmässigem Verlauf durch den Kern, indem sie parallel, in ziemlich geringen Abständen, nebeneinander verlaufen und zwar bald so, dass ihre Erstreckung parallel der Längs-, bald parallel einer kurzen Kernaxe geht (53, 10d). Daneben beobachtet man aber auch Fälle, wo die Fäden schief zu der Längsaxe des Kernes ziehen und dabei etwas bogig geschwungen sind (54, 2b). Bei den bandförmigen und unregelmässiger gestalteten Kernen, zuweilen aber auch bei rundlichen, wird der Verlauf der Fäden gewöhnlich ein unregelmässigerer; sie ziehen gewellt, bei gewissen Ansichten zuweilen in einer ziemlich concentrischen Anordnung (52, 9c) und namentlich in den verschiedenen Ebenen des Kernes in recht verschiedenen Richtungen und Biegungen. Wenn dieser Zustand seine höchste Ausbildung erreicht, macht der Kern den Eindruck eines verworrenen Fadenknäuels (52, 3b; n). Ich bin nun durchaus nicht der Ansicht, dass die Structur zu allen Zeiten bei einer und derselben Art die nämliche ist, im Gegentheil weisen die Erfahrungen über die ziemlich ähnlichen Hauptkerne der Infusorien darauf hin, dass auch hier wohl Veränderungen vorkommen werden; auch konnte ich direct beobachten, dass die Anordnung und die Dicke der Kernfäden bei Ceratium Tripos ziemlich variabel ist.

*) In seiner neuen Publikation gibt Pouchet (48, p. 35) dagegen eine etwas genauere und richtigere Darstellung der Kernstructur, indem er den fädigen Bau betont und auch dessen Modificationen andeutet. Das eigentliche Wesen der Structur erkannte er jedoch nicht.

Genauere Untersuchung ergibt nun, dass die geschilderten Kernfäden nicht ohne Verbindung sind, sondern dass die benachbarten in ihrer ganzen Länge durch feine Lamellen von Kernsubstanz in Zusammenhang stehen. Dies ergibt sich am klarsten, wenn man einen einfach gebauten Kern mit parallel geordneten Kernfäden in einer Ansicht betrachtet, wo die Kernfäden im optischen Querschnitt erscheinen. Dann bemerkt man die sie verbindenden Lamellen gleichfalls im optischen Schnitt, als zarte Linien, welche die punktförmigen Querschnitte der Fäden verbinden; das Gesammtbild ist also das eines Netzwerkes, dessen Knotenpunkte verdickt sind (52, 10c). Dass auch die Kerne mit unregelmässigerem Verlauf der Fäden dieselbe Beschaffenheit aufweisen, folgt daraus, dass, wenn es nur gelingt, einen Theil der Fäden im optischen Querschnitt zu sehen, auch die geschilderte Netzstructur deutlich wird (52, 9d).

Ferner liess sich aber in manchen Fällen ziemlich klar erkennen, dass sich auch senkrecht zu dem Verlauf der Fäden zwischen ihnen noch zarte Verbindungen finden (54, 2b), welche wohl gleichfalls nicht als Fäden, sondern als zarte Lamellen aufzufassen sein dürften. Das Gesammtergebniss wäre aber dann, dass die Gerüstsubstanz des Kernes nicht ein Fadenwerk, sondern ein regelmässiger oder unregelmässiger geordnetes Wabenwerk darstellt, dessen Längskanten zu fadenartigen Bildungen verdickt sind. Eine solche Structur erweckt unser Interesse namentlich noch desshalb, weil sie der Plasmastructur in vieler Hinsicht gleicht.

Innerhalb des Kerngerüstes finden sich zuweilen, wenn auch nicht gerade häufig, kleine nucleolusartige Einschlüsse; so manchmal bei Ceratium Tripos und Hirundinella (nach Blanc gewöhnlich), Peridinium divergens, ebenso nach Stein bei Blepharocysta und gelegentlich bei Diplopsalis. Auch Pouchet*) und Gourret machen auf das Vorkommen solcher Gebilde aufmerksam Wo ich diese Nucleoli genauer untersuchte (Peridinium divergens und Ceratium Tripos) besassen sie gleichfalls einen feinnetzigen Bau, also wohl eine ähnliche Structur wie die eigentliche Kernmasse, von welcher sie jedoch scharf abgegrenzt waren.

Wegen des interessanten Baues der Kerne wäre es von grosser Wichtigkeit, etwas von ihrem Theilungsvorgange zu wissen, leider ist aber hierüber noch nichts ermittelt worden. Das wenige, was davon bekannt ist, macht es wahrscheinlich, dass die Theilung ähnlich verläuft wie bei den Hauptkernen der Infusorien. Bei Polykrikos wenigstens beobachtete Bütschli bisquitförmige, in Theilung begriffene Kerne (55, 8b) und ähnliche Zustände bildet auch Stein von encystirten Peridinien ab (52, 10b). — Schliesslich hat Blanc die Theilung des Kernes von Ceratium Hirundinella bei der Vermehrung dieser Dinoflagellate im bewegten Zustande in entsprechender Weise geschildert (53, 9b). Vor Beginn der Theilung vermehre sich der gewöhnlich vorhandene Nucleolus, wahrscheinlich durch

*) In seiner neuesten Publikation betont Pouchet die wahrscheinliche Constanz des Nucleolus; dies ist jedoch sicher unrichtig.

Theilung, zu zweien, die nun die Mittelpunkte der sich trennenden Hälften des Nucleus einnehmen. Blanc stellt in Abrede, dass die Structur des Kernes bei der Theilung irgend welche Veränderungen erleide; da aber seine Beobachtungen über die Kernstructur jedenfalls nicht sehr eingehende sind, halte ich es doch für möglich, dass bei der Theilung auch hier gewisse Veränderungen der Kernstructur auftreten.

Man darf demnach vermuthen, dass der bisquitförmig gewordene Kern durch allmähliche Verdünnung und schliessliches Durchreissen der eingeschnürten Stelle seine Theilung vollendet. Ob sich dabei auch wie in den Hauptkernen der Ciliaten die verworren-fasrige Knäuelstructur stets ausbildet, lässt sich zur Zeit nicht angeben, scheint mir aber recht wahrscheinlich.

Bergh hat bei dem eben erwähnten Polykrikos eine Beobachtung gemacht, welche, wenn sie sich auch für andere Dinoflagellaten bestätigen sollte, die schon im Kernbau ausgesprochene Uebereinstimmung mit den Ciliaten noch vermehren würde. Er sah nämlich der Oberfläche jedes der 4 Kerne drei bis sechs kleine, glänzendere, also wohl dichtere Gebilde anliegen (8a, n'), welche sich in Pikrokarmin lebhafter wie die Kerne färbten. Bergh hält sie, nach Analogie mit den Verhältnissen der Ciliaten, für kleine, besonders geartete Kerne, den Nebenkernen der Infusorien vergleichbar. Da er weiter noch fand, dass an Stelle dieser Nebenkerne zuweilen deutliche kleine Kernspindeln vorkommen, so liegt kein Grund vor, an seiner Deutung zu zweifeln. Damit wäre denn zum ersten Male das Vorkommen differenter Kerne ausserhalb der Abtheilung der Infusorien constatirt, hinsichtlich welcher es sich nur fragen würde, ob sie sich auch bei den Copulationsvorgängen ähnlich verhalten wie jene der Infusorien. Bei den übrigen Dinoflagellaten wurde bis jetzt von solchen Nebenkernen nichts sicheres aufgefunden. Es wurden zwar neben dem Kern, besonders bei den Ceratien, zuweilen kleinere oder grössere Gebilde wahrgenommen, welche ebenfalls Farbstoffe (Karmin) stärker wie das Plasma aufnahmen und auch durch ihre netzförmige, ziemlich grobe Structur an Zellkerne lebhaft erinnerten. Bütschli hat diese Einschlüsse, welche er auch bei Dinophysis gelegentlich beobachtete (54, 8a), näher beschrieben und abgebildet, zuvor hatten aber auch schon Pouchet und Klebs auf ähnliche Gebilde aufmerksam gemacht. Dass sie aber, wie Klebs meint, mit den sog. Keimkugeln, die Stein beschrieb und welche wir später specieller zu betrachten haben werden, identisch sind, halte ich nicht für wahrscheinlich. Hervorzuheben wäre noch, dass in den fraglichen Körpern zuweilen ein nucleolusartiges Gebilde vorkommt, ganz ähnlich den oben beschriebenen Nucleoli der Dinoflagellatenkerne.

9. Fortpflanzungserscheinungen der Dinoflagellaten.

Wir betreten hier ein Gebiet, welches leider noch nicht so durchforscht ist, wie es eine zusammenhängende, abgerundete Darstellung er-

forderte. Wir werden uns vielmehr mit einer Aufzählung der da und dort gemachten Einzelbeobachtungen begnügen müssen und können nur die Hoffnung aussprechen, dass die kommende Zeit umfassendere Untersuchungen zu Tage fördern möge. Immerhin glaube ich, dass wir beim Ueberblick des Bekannten wohl behaupten dürfen, dass sich unsere Gruppe auch hinsichtlich der Fortpflanzungserscheinungen an die Flagellaten anschliesst, wenngleich auch Modificationen zu verzeichnen sein werden.

So finden wir zunächst, dass der einzige bis jetzt mit Sicherheit festgestellte Fortpflanzungsact einfache Zweitheilung ist, sei es, dass dieselbe im frei beweglichen oder ruhenden Zustande geschehe; alles, was von Fortpflanzungserscheinungen sonst noch geschildert wurde, ist unsicher oder recht unwahrscheinlich.

Da wir nun wissen, dass die Zweitheilung der Flagellaten, und speciell der den Dinoflagellaten nächstverwandten Formen, fast ausnahmslos Längstheilung ist, so lässt sich auch hier als Fundamentalfrage die nach der Theilungsrichtung bezeichnen. Wir wollen daher an erster Stelle versuchen, diese Frage kurz zu erörtern, da ihr ja auch eine allgemein morphologische Bedeutung zukommt. Gerade bezüglich der Lage der Theilungsebene zur Körperaxe stimmen die verschiedenen Forscher nicht überein. Während Stein aus den Resultaten seiner Untersuchungen schloss, dass die Theilebene quer zur Längsaxe verlaufe, fasst Klebs die Theilung als längsverlaufende auf, wenn auch die Richtung der Theilungsebene nicht genau mit der Längsaxe zusammenfalle, sondern dieselbe gewöhnlich etwas schief, ungefähr unter einem Winkel von 45° oder weniger schneide. Die übrigen Forscher haben sich nicht allgemein über diese Frage geäussert, ihre speciellen Angaben werden bei Gelegenheit noch erwähnt werden. Ich persönlich bemerkte vor einiger Zeit (46), dass ich die Herleitung der schiefen Theilebene der Peridiniden aus ursprünglicher Quer- oder Längstheilung noch für eine offene Frage halte. Durch erneute Ueberlegung dieses wichtigen Punktes kam ich zu einer etwas anderen Auffassung, die, wie ich glaube, die widerstreitenden Ansichten zu vereinigen im Stande ist.

Leider wissen wir von der Theilung der Ursprungsgruppe der Dinoflagellaten, der Prorocentrinen, nur wenig; der Theilungsvorgang dieser Formen erscheint aber besonders wichtig; ebenso wegen der Vergleichung mit den Vorgängen bei den Flagellaten, wie zur Aufklärung der Verhältnisse bei den Diniferen. Nur bei Pouchet finden wir eine Nachricht über die Theilung der Exuviaella (seines Amphidinium operculatum), welche, obgleich ziemlich kurz gehalten, doch wohl mit Sicherheit entnehmen lässt, dass hier Längstheilung herrscht, wie bei den verwandten Flagellaten.*) Reguläre Längstheilung findet sich weiter bei Amphidinium

*) Die neueste Arbeit von Pouchet bringt die Abbildungen einiger Stadien dieses Theilungsprocesses und macht die Sache zweifellos.

nach den Erfahrungen Stein's und dürfte, wie sich mit ziemlicher Sicherheit vermuthen lässt, wohl die Vermehrungsart sämmtlicher Dinophysiden sein. Doch ist kaum zu bezweifeln, dass unter den Diniferen auch entschiedene Quertheilung beobachtet wurde, d. h. Theilung quer zur längeren Körperaxe. Ganz sicher scheint dies nach meinen und Bergh's Untersuchungen für Polykrikos und auch die nur durch Abbildungen erläuterten Angaben Stein's über die Quertheilung bei Hemidinium halte ich für gesichert. Unsicher scheint dagegen die ältere Angabe von Allman über die Quertheilung seines Peridinium uberrimum, wenigstens fehlen uns, da die Form selbst zweifelhaft erscheint, genügende Anhaltspunkte zur Beurtheilung dieser Nachricht, welche überhaupt die erste über Quertheilung der Dinoflagellaten ist. Es fragt sich nun aber, kann man die Längstheilung der Prorocentrinen mit der schiefen der meisten und der ausgesprochenen Quertheilung gewisser Peridiniden vereinigen. Mir scheint dies nicht schwierig, wenn wir uns über die Axenverhältnisse bei den beiden Abtheilungen etwas genauer orientiren. Das eine Ende der Längsaxe der Prorocentrinen wird, wie es auch bei den Flagellaten meist ist, durch die Insertion der beiden Geisseln bezeichnet und die Längstheilungsebene der Flagellaten geht stets durch den Ursprungspunkt der Geisseln. Wir wissen nun aus der früheren Darstellung, dass bei der wohl zweifellosen Herleitung der Diniferen und speciell der Peridiniden von den Prorocentrinen unter allen Umständen eine Verschiebung des Ursprungspunktes der Geisseln stattgefunden haben muss; derselbe ging aus seiner endständigen Lage allmählich in eine solche über, dass er meist die Mittelregion der sog. Bauchseite einnimmt. Wie wir uns diese Verschiebung im speciellen entstanden denken müssen, wird erst später besprochen werden können. Jedenfalls folgt aber hieraus, dass die längere Axe der Peridiniden nicht der Längsaxe der Prorocentrinen homolog ist, sondern dass eine Axe, welche von der Geisselinsertion der Peridiniden ausgeht und senkrecht oder auch vielleicht mehr oder weniger schief zur Rückseite hinzieht, der Längsaxe der Prorocentrinen entspricht. Jede Ebene also, welche bei den Peridiniden durch den Ursprungspunkt der Geisseln geht und auf der Rückenfläche senkrecht steht, dürfen wir daher einer Längsebene der Prorocentrinen entsprechend betrachten, ja es wird uns in Zukunft der Verlauf der Theilungsebene wohl noch wichtige Fingerzeige für die vergleichende Orientirung der verschiedenen Formen der Dinoflagellaten liefern. Ich kann hier auf einen schon bei den Flagellaten besprochenen ähnlichen Fall hinweisen, nämlich auf die scheinbar abweichende Stellung der Geisseln und die vermeintliche Quertheilung der Gattung Nephroselmis St., welche sich ganz ebenso zu der Längstheilung der verwandten Formen (seien dies nun Chlamydomonadinen, nach meiner Auffassung, oder Cryptomonadinen, nach der Stein's) verhält, wie die scheinbare Quer- oder schiefe Längstheilung zu der echten Längstheilung der Prorocentrinen.

Ich glaube, durch diese Erörterungen gezeigt zu haben, dass sich

bei den Dinoflagellaten, ebenso wie fast ausnahmslos bei den Flagellaten, Längstheilung findet, und dass die Ausnahmen nur scheinbare sind, hervorgerufen durch die Verlagerung der ursprünglichen Längsebene, die Veränderung in den Grössenverhältnissen der Axen und der Bewegungsrichtung. Indem ich mich also der Ansicht von Klebs anschliesse, muss ich doch hervorheben, dass ich in ganz anderer Weise eine Begründung derselben versucht habe.

A. Theilung im „beweglichen Zustande".

Es scheint sicher, dass ein solcher Vermehrungsvorgang bei den Dinoflagellaten nur selten vorkommt; dass dies aber der Fall, ist ebenso sicher und bei einzelnen Formen ist er sogar vielleicht der häufigere. Am bestimmtesten lauten in dieser Hinsicht die Mittheilungen Bütschli's und Bergh's für Polykrikos, wenn auch in ihren Detailangaben mancherlei Differenzen bestehen. Uebereinstimmung herrscht in sofern, als beide Quertheilung durch eine ringförmige Einschnürung in der Mitte der längeren Körperaxe beobachteten. Verschieden lauten dagegen die Mittheilungen über das Verhalten der wichtigsten Organe des sich theilenden Körpers. Bütschli fand, dass die sich vermehrenden Individuen schon die doppelte Anzahl der gewöhnlichen acht Querfurchen besassen (Tf. 55, 8b), dass demnach jeder Theilsprössling mit 8 Querfurchen ins Leben trat. Bergh beobachtete dagegen bei den Theilungszuständen nie mehr als die gewöhnlichen 8 Furchen und daher hatten auch die von ihm gesehenen Theilsprösslinge nur 4 Furchen. Ein ähnlicher, vielleicht mit obigem zusammenhängender Unterschied fand sich bezüglich der Kerne. Bergh fand nämlich, dass bei der Theilung einfach zwei der 4 Kerne auf den vorderen, die beiden anderen auf den hinteren Sprössling übertraten, ohne dass die Kerne getheilt wurden; die Sprösslinge waren also zweikernig. Ich dagegen beobachtete, dass die 4 in eben angegebener Weise auf die noch zusammenhängenden Sprösslinge übertragenen Kerne sich schon theilten, bevor die Trennung geschah (Tf. 55, 8b). Alle 4 Kerne wiesen das gleiche Stadium der Theilung auf. Schon vor der Isolirung der Sprösslinge vollendete sich die Theilung der Kerne. Ob nun diese Unterschiede, welche übrigens bedeutender erscheinen, als sie thatsächlich sind, da ja die Vermehrung der Organe bei den von Bergh beobachteten Zuständen nur verzögert erscheint, constante sind oder nur gelegentliche, lässt sich zur Zeit nicht entscheiden.

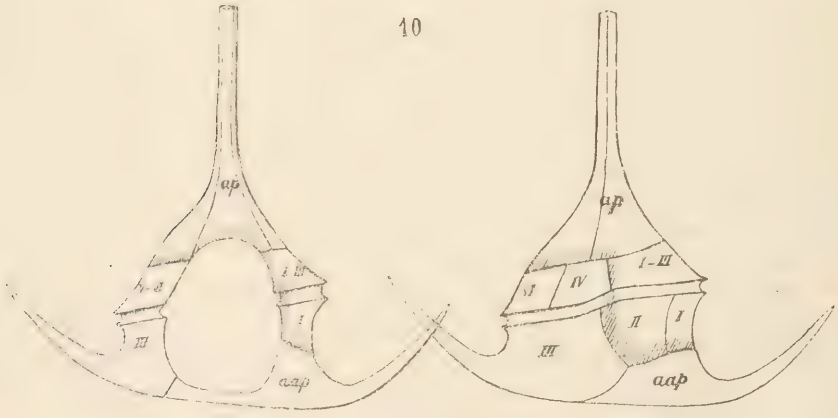
Hinsichtlich der schon oben erwähnten Quertheilung des Hemidinium nasutum vermögen wir nach der Abbildung Stein's nur berichten, dass dieselbe durch einfache Einschnürung in der Mitte der längeren Axe zu geschehen scheint (Tf. 51, 3b), und dass die noch zusammenhängenden Sprösslinge schon alle Organe besitzen.

Wenn wir von den unsicheren älteren Angaben Ehrenberg's, Perty's, Claparède's und Anderer über Längstheilung im beweglichen Zustande absehen, welche erst später nach ihrer wahrscheinlichen Bedeutung

zu erörtern sein werden, bleibt uns namentlich noch die Betrachtung gewisser Theilungserscheinungen bei den Ceratien. Obgleich der Gegenstand nicht in ganz genügender Weise aufgeklärt ist, scheint aus den vorliegenden Daten doch ziemlich sicher hervorzugehen, dass auch diese, mit starker, getäfelter Hülle versehenen Dinoflagellaten theilungsfähig sind. Die ersten Mittheilungen rühren von Bergh her, welcher bei sämmtlichen von ihm studirten Ceratienarten nicht selten freischwimmende Individuen fand, welchen eine Hälfte der Schalenhülle fehlte (53, 7 b). Auch beobachtete er, dass zuweilen zwei derartige Individuen, mit den nackten Theilen gewissermaassen verklebt, munter mit einander umherschwammen. Bergh blieb unsicher über die Deutung seiner Beobachtungen, namentlich mangelte ihm ein Kriterium, um die erwähnten Doppelindividuen als Theil- oder Conjugationszustände zu bestimmen, er liess die Frage daher offen, neigte aber doch mehr zu ihrer Auffassung als Conjugationszustände.

Auch Stein fand die nur halb umhüllten Formen bei Ceratium Furca und Tripos, erklärte sie aber für verstümmelte Exemplare, welche die nackten Theile durch Neubildung ergänzt hätten. Dass nun aber diese Zustände nicht durch Verstümmelung entstanden sein können, folgt wohl bestimmt daraus, dass bei allen von beiden Beobachtern abgebildeten die fehlende Schalenhälfte stets ein ganz bestimmter Theil der Hülle ist, nicht etwa eine zufällig abgebrochene Partie. Das Gleiche besagen endlich auch die Beobachtungen Blanc's an Ceratium Hirundinella.

Die Hülle erscheint nämlich bei den fraglichen Individuen stets durch eine schief zur Längsaxe des Körpers verlaufende Linie halbirt und zwar zieht diese Linie etwa von der Mitte der rechten seitlichen Vorderhälfte zu der der linken hinteren Seitenhälfte, sowohl auf der Rück- wie der



Erklärung des Holzschnittes Fig. 10. Schema des Zerfalls der Hülle von Ceratium Tripos bei der schiefen Zweitheilung. Die linke Figur zeigt die Bauchseite, die rechte die Rückseite, beide in der Ansicht von der Bauchseite. Die Tafelnäthe, längs welcher der Zerfall geschieht, sind durch die Schraffirung bezeichnet.

Bauchseite. Ein genaueres Studium der Abbildungen von Stein und Bergh lässt dann ferner mit genügender Sicherheit, wie mir scheint, erkennen, dass die Trennung der beiden Schalenhälften längs der Nähte gewisser Tafeln geschieht und zwar in übereinstimmender Weise bei allen hierauf genauer untersuchten Ceratien. Um eine weitläufige wörtliche Beschreibung zu ersparen, habe ich auf nebenstehendem Holzschnitt für Ceratium Tripos die Nähte der Tafeln angegeben, längs welcher, aller Wahrscheinlichkeit nach, die Trennung sich vollzieht. Fig. a zeigt die Trennungslinie auf der Bauch-, Fig. b auf der Rückseite und zwar die Rückseite gleichfalls in ventraler Ansicht.

Man begegnet nun in gleicher Weise Individuen, welche noch die rechte (53, 7 b) und solchen, welche die linke Hälfte der Schale besitzen; schon diese Erfahrung scheint mir zu Gunsten der Ansicht zu sprechen, dass hier Theilzustände vorliegen, bei welchen jedes der Theilindividuen eine Schalenhälfte mit sich nahm. Weiter spricht hierfür der Umstand, dass die schiefe Trennungslinie der Hülle im Allgemeinen denselben Verlauf zu nehmen scheint, wie die Theilebene bei den Peridiniden, soweit ich hierüber nach den Erfahrungen Stein's, Klebs' und eigenen zu urtheilen vermag. Auch hier scheint nämlich die Theilebene von rechts vorn nach links hinten zu ziehen. Endlich haben wir nun noch die Beobachtungen Blanc's über Ceratium Hirundinella, welche einen solchen Theilungsvorgang fast zur Gewissheit erheben. Derselbe fand bei dieser Art, wie schon früher geschildert wurde, Theilungszustände des Kernes unter Vermehrung des Nucleolus zu zweien und bisquitförmiger Einschnürung des Nucleus. Die Anfangsstadien dieses Theilungsprocesses wurden bei Individuen beobachtet, die äusserlich keine Veränderung zeigten; der fortgeschrittenste Theilungszustand des Kernes fand sich aber in einem Individuum, welches von einer ringförmigen Furche umzogen war, deren Verlauf recht wohl mit der oben geschilderten Trennungslinie der beiden Hüllhälften übereinstimmt (53, 9b). Leider scheint gerade die Untersuchung dieses entscheidenden Zustandes nicht besonders gelungen zu sein. Der Verlauf der Furche auf der vorderen rechten Seite stimmt genau mit der Trennungslinie der Hülle (bei Stein und Bergh) überein, auf der linken hinteren Hälfte dagegen wird er etwas abweichend angegeben. Die Furche soll nämlich hier auf der rechten Seite der Basis des grossen hinteren Hornes (aah) verlaufen, so dass dieses bei der Theilung dem linken Sprössling verbliebe. Letzteres ist aber wahrscheinlich unrichtig, da dieses Horn, welches von der Antapicalplatte entspringt, nach den Erfahrungen Stein's und Bergh's der rechten Hüllhälfte verbleibt. Wir sind um so mehr berechtigt, in diesem Punkt einen Irrthum bei Blanc zu vermuthen, als derselbe gleichfalls Individuen mit hälftiger Hülle beobachtete und sie mit Recht als Sprösslinge deutet, welche dem beschriebenen Theilungsact entstammen, aber bei einem solchen Sprössling, welcher die linke vordere Hälfte der Hülle besitzt, lässt er das hintere Horn fehlen, dasselbe verbleibt also auch nach seiner

Wahrnehmung dem rechten Theilsprössling. Das eben erwähnte Exemplar ist noch desshalb interessant, weil ihm das hintere Horn und das rechte Seitenhorn auch als Protoplasmagebilde noch völlig fehlten. Der nackte, von der verbliebenen linken vorderen Hüllhälfte nicht bedeckte Plasmakörper bildete nur eine unregelmässig vorspringende Masse, welche augenscheinlich im Auswachsen begriffen war. Die Längsfurchengeissel ist auf der Abbildung angegeben, das Individuum war also beweglich.

Noch ist hervorzuheben, dass auch das Verhalten des Kernes in dem geschilderten Individuum mit der ringförmigen Furche für den Theilungsprocess sprach; der tief bisquitförmig eingeschnürte Kern stand nämlich mit seiner Längsaxe senkrecht zu der vermuthlichen Theilebene, so dass seine eine Hälfte in die rechte hintere Hälfte, die zum rechten Sprössling wird, hineinragte, die andere Hälfte in die linke Vorderhälfte, welche den linken Sprössling erzeugt.

Leider wird über die Geisselverhältnisse der mit Kerntheilungen versehenen Individuen nichts berichtet; vielleicht waren die Geisseln rückgebildet und bilden sich für die beiden Sprösslinge neu. Immerhin dürften wir den Theilungsvorgang auch dann zu den im beweglichen Zustande erfolgenden rechnen.

Aus dem Mitgetheilten scheint mit ziemlicher Sicherheit hervorzugehen, dass Blanc die richtige Deutung des Vorganges gegeben hat und demnach bei den Ceratien schiefe Zweitheilung im beweglichen, oder wenigstens unencystirten Zustand vorkommt, wobei jeder Sprössling die Hälfte der Schalenhülle mitnimmt und nach erfolgter Isolirung die mangelnde Körperhälfte sammt dem zugehörigen Theil der Hülle hervorbildet.

Diese Auffassung wird namentlich auch durch das entsprechende Verhalten der Hülle bei der Längstheilung der Exuviaella marina unterstützt. Nach den Erfahrungen Pouchet's (37 u. 48) nimmt hierbei, ähnlich wie bei der Theilung der Bacillariaceen, jeder der Sprösslinge eine der beiden Schalenklappen mit sich; die Theilung scheint jedoch in diesem Falle stets im geisselosen Zustande stattzufinden, der Vorgang gehörte also eigentlich unter den folgenden Abschnitt.

Andererseits kann jedoch auch bei gewissen Dinoflagellaten ein Theilungsprocess im beweglichen Zustande, ohne Betheiligung der Hülle, analog den Verhältnissen bei Polytoma unter den Flagellaten, vorkommen. Klebs (45) hat dies für Glenodinium obliquum festgestellt. Der Weichkörper zerfällt hier durch schiefe Längstheilung innerhalb der Hülle und ohne Verlust der Geisseln in zwei Sprösslinge (51, 12), welche sich wahrscheinlich später, nach Abstreifung der Hülle und unter Neubildung besonderer Geisselsysteme isoliren werden.

B. Vermehrung durch einfache oder fortgesetzte Zweitheilung im ruhenden Zustande einschliesslich der Encystirungsvorgänge überhaupt.

Es wurde schon früher bemerkt, dass solche Vermehrungsprocesse bei den Dinoflagellaten sicher die häufigeren sind. Wie bei den Fla-

gellaten kann der Ruhezustand entweder nur in dem Verlust der Geisseln bestehen und die Theilung sich dann nur wenig von den im vorigen Kapitel beschriebenen Vorgängen unterscheiden, oder es umhüllt sich der ruhende Körper gleichzeitig mit einer besonderen Cystenmembran, unter deren Schutz die Theilung geschieht. In letzterem Fall geht die Schalenhülle, insofern eine solche existirte, nach der Encystirung gewöhnlich verloren. Der Theilungsvorgang selbst ist in den sicher bekannten Fällen die schiefe Zweitheilung, welche schon im vorigen Kapitel erörtert wurde. Dieselbe kann sich an den Theilsprösslingen unter Umständen noch mehrfach wiederholen, so dass die Zahl der in einer Cyste enthaltenen Nachkommen ziemlich beträchtlich werden kann.

Bei manchen Formen wurden auch Cystenbildungen beobachtet, ohne Nachweis gleichzeitiger Vermehrung; wir können dieselben zur Zeit nicht scharf von den ersterwähnten trennen und werden sie desshalb nicht gesondert besprechen. Einen Unterschied zwischen Cysten- und Dauerzuständen zu machen, wie wir es bei den Flagellaten gehalten haben, scheint bei den Dinoflagellaten schwierig, doch liegen Beobachtungen über Encystirungsprocesse vor, welche wohl auf die Bezeichnung Dauerzustände Anspruch machen dürfen. Uebrigens besitzt ja die Unterscheidung der Ruhe- und Dauerzustände keine grosse Bedeutung.

Ziemlich die einfachsten Theilungsvorgänge im ruhenden Zustande dürften nach den übereinstimmenden Angaben von Stein und Klebs bei den Peridiniden vorkommen.

Die Beobachtungen beider Forscher beziehen sich auf Peridinium tabulatum und cinctum. Nachdem das Peridinium seine Geisseln verloren hat, was zweifellos durch Abwerfen geschieht, gelangt es zur Ruhe, zieht sich unter Condensation des Plasmas in der Schalenhülle kuglig zusammen, wobei die Furchen ganz verschwinden sollen und scheidet hierauf eine gallertige Umhüllung aus, unter deren speciellem Schutz die Theilung geschieht. Letztere erfolgt als schiefe Längstheilung, wobei die Theilebene nach den Erfahrungen von Klebs einen ziemlich spitzen Winkel mit der Längsaxe bildet (52, 6d). Der Kern (n) ist mittlerweile in die Mitte der Kugel gerückt und theilt sich nun, jedenfalls senkrecht auf der Theilebene (genaueres über den Vorgang der Kerntheilung ist unbekannt). Wenn die Tochterkerne etwas auseinandergerückt sind, bemerkt man nach Klebs längs der späteren Theilebene zwei dicht neben einander verlaufende dunkle Streifen, die gewöhnlich aus dunklen Körnchen zusammengesetzt sind (6d). Die ganze Erscheinung erinnert an die sogen. Zellplatte (Strassburger) bei der Theilung pflanzlicher Zellen. Hierauf vollzieht sich die Trennung der Sprösslinge, doch blieb der nähere Vorgang dabei noch unermittelt. Ich glaube aber annehmen zu dürfen, dass die Trennung durch eine allseitige ringförmige Einschnürung geschehen wird. Nach der Sonderung der Sprösslinge quillt die ungetheilt gebliebene Gallerthülle auf und sprengt die Schalenhülle längs der Querfurche (6e). Jetzt erst erlangen die ovalen bis kugligen

Sprösslinge allmählich wieder neue (?) Furchen und beginnen wohl auch die Production einer Schalenhülle, doch ist Näheres über ihre weitere Entwickelung noch unbekannt. Bei Peridinium cinctum kommt es nun nicht selten vor, dass der von der Gallerthülle umgebene kuglige Organismus schon vor der Theilung aus der alten Schalenhülle hervortritt; dieser Process leitet über zu der Bildung der Cysten mit festerer Haut. Auch Peridinium divergens zeigt Zweitheilung des zusammengezogenen Körpers innerhalb der Schalenhülle (Pouchet und Bütschli), wobei die Theilebene ganz denselben Verlauf hat wie bei den erstgenannten Peridinien (Bütschli). Wie Pouchet vermochte auch ich um die getheilten Körper keine Gallerthülle wahrzunehmen, doch schliessen sich diese Zustände vielleicht näher an die oben (s. p. 984) von Glenodinium obliquum geschilderten an.

An die besprochenen Vorgänge reihen sich die bei den Gymnodinien wahrgenommenen nahe an. Klebs bemerkte bei Gymnodinium fuscum Zweitheilung in einer nicht sehr dicken Gallerthülle; auch Stein bildet ein ruhendes Gymnodinium aeruginosum in einer sehr dicken Gallerthülle ab (51, 8), wogegen er bei Gymnodinium Vorticella Cysten mit dicht aufliegender, dünner, membranöser Hülle beobachtete. In den beiden letztgenannten Fällen besassen die encystirten Wesen, abgesehen von den Geisseln, ihre volle Ausbildung; dünnhäutige Cysten beobachtete auch Pouchet bei seinem Gymnodinium Archimedis.

Auch Glenodinium scheint sich hier anzureihen. Man findet häufig ruhende Formen desselben in kugliger bis ovaler zarter membranöser Hülle, welche nach Bütschli's Auffassung die Schalenhülle ist, deren Querfurche verstrich. Unter dem Schutz dieser Hülle wurde nun von Stein und Klebs auch Zweitheilung, von ersterem sogar Viertheilung beobachtet, wobei eine besondere Gallerthülle nicht zur Ausbildung zu gelangen scheint. Dagegen fand Bergh ruhende Glenodinium cinctum mit sehr weit abstehender klebriger, also wohl gallertiger Hülle, und verfolgte auch innerhalb derselben Zweitheilung (51, 10d). Mir scheint dass die letzteren Zustände aus den erstgeschilderten hervorgehen können, indem die ursprüngliche Schalenhülle unter Entwicklung einer Gallertcyste allmählich verloren geht.

Bei nicht wenigen Formen bildet sich um den Körper der ruhenden Form statt einer Gallertumhüllung eine membranöse festere Cystenhaut, und derartige Cysten scheinen dann meist die Schalenhülle abzustreifen. Ein solcher Vorgang wurde von Stein bei Goniodoma acuminatum gut dargestellt. Die in der Schalenhülle gebildete Cyste mit ziemlich derber Haut ist kuglig und ihr Inhalt lässt von den Furchen nichts mehr erkennen. Derselbe theilt sich nach Abstreifung der Schalenhülle in zwei oder weiter in 4 Sprösslinge (52, 5d), welche auf Stein's Abbildungen die Querfurche schon deutlich zeigen. — Schon in den fünfziger Jahren, konnte Lieberkühn einen ganz entsprechenden Vorgang bei Ceratium tetraceros vortrefflich beobachten, leider wurden aber

die Beobachtungen nicht veröffentlicht. Aus seinen mir vorliegenden Abbildungen geht hervor, dass sich in der Schalenhülle auch hier eine kuglige Cyste bildet, an deren Inhalt die Furchen deutlich erhalten bleiben; die weiteren Abbildungen (53, 7c—d) zeigen drei Sprösslinge (4 ?) mit wohl entwickelten Furchen in der Cyste, die Theilung schreitet also auch hier mindestens bis zu der Vierzahl fort. — Kuglige, dünnhäutige Cysten mit Vermehrung des encystirten Körpers durch deutlichste Längstheilung bildet Stein auch für Amphidinium operc. u. lac. ab; es scheint, dass die Querfurche hierbei immer erhalten bleibt (54, Fig. 6d). Etwas modificirt erscheint schliesslich ein analoger Vorgang bei dem interessanten Pyrophacus, indem sich die Schalenhülle als weiterer Schutz der ziemlich derbhäutigen Cyste gewöhnlich zu erhalten scheint; die Zweitheilung wird hier wohl wie bei den nahe verwandten Peridinien schief längs verlaufen (54, 3c). — Endlich will Gourret bei Podolampas (seiner Parrocelia) Cysten innerhalb der Schalenhülle beobachtet haben, deren Inhalt in eine grössere Anzahl rundlicher Körper zerfiel. Die Abbildungen lassen übrigens von einer Cystenhülle um diese Körper nichts erkennen.

Auch Stein konnte bei Ceratium tetraceros Encystirung in der Schalenhülle beobachten und sah die Cysten später frei werden. Dieselben waren jedoch, im Gegensatz zu den eben geschilderten immer etwas unregelmässig eckig, entsprechend der gehörnten Gestalt des Ceratiums. Theilung des Inhalts wurde nicht beobachtet. Letztere Cysten scheinen entschieden mehr die Natur von Dauerzuständen zu haben, da sie nach Stein's Angabe den Winter über ohne Vermehrung ruhten. Aus einigen trat im Frühjahr ein mit noch dünner Hülle versehenes Individuum wieder hervor. Dieselben Dauerzustände hatte auch Lieberkühn schon beobachtet und auf seiner Abbildung zeigt die Cystenhülle deutlich die drei Hörner des Ceratiums als etwas unregelmässige Vorsprünge, aus welchen sich der Plasmakörper zurückgezogen hat. Die Cystenhülle ist mehrere Male dicker als die der ersterwähnten Cysten, was mit der Auffassung als Dauerzustände wohl harmoniren würde.

Dem gleichen Vorgange begegnen wir auch bei Ceratium Hirundinella, sowohl nach den alten Beobachtungen Lieberkühn's wie den neueren Stein's. Hier ahmt aber die dicke Cystenhülle (53, 9c) noch deutlicher die Gestalt des Ceratiums nach, da sie vier lange, den Hörnern entsprechende Fortsätze besitzt. Der Plasmainhalt der Cyste erstreckt sich auch hier nicht in diese Fortsätze hinein, dieselben scheinen vielmehr nach den übereinstimmenden Darstellungen der beiden Forscher solid zu sein. Die Abbildung Lieberkühn's lässt endlich eine deutliche Netzzeichnung auf der Oberfläche der Cystenhülle, ähnlich der der gewöhnlichen Schalenhülle erkennen. Die Bildung solcher Cysten muss ohne vorherige kuglige Zusammenziehung des Plasmas geschehen; erst nach der Abscheidung der Hülle zieht sich dasselbe aus den Hörnern allmählich zurück, wesshalb dieselben an der Cyste angedeutet bleiben.

Es scheint mir nun ziemlich sicher, dass die sog. gehörnten Cysten, welche zuerst von Claparède und Lachmann beschrieben, gleichzeitig aber auch von Lieberkühn aufgefunden und vorzüglich abgebildet wurden (nicht publizirt), den eben erwähnten Dauercysten der Ceratien analog sind. Leider glückte es bis jetzt noch nicht, die Abstammung dieser Cysten mit aller Schärfe festzustellen, wenn es auch wenig zweifelhaft ist, dass die des süssen Wassers zu Peridinium gehören.

Wahrscheinlich reihen sich in dieselbe Kategorie auch die Cysten, welche Stein bei seinem Peridinium umbonatum beobachtete; ihre Entstehung scheint nicht verfolgt worden zu sein; sie sind dickhäutig und länglich bohnenförmig; jedenfalls musste daher der Plasmakörper des Peridinium beim Uebergang in den encystirten Zustand eine Streckung erfahren, was auch für die gehörnten Cysten gilt. Wie bei letzteren erfolgt auch in den Cysten des Peridinium umbonatum Vermehrung durch Zweitheilung, doch blieb das Nähere des Vorganges unermittelt. Aehnlich gestaltete Cysten fand Klebs im süssen Wasser; ihre Herkunft blieb unbekannt, sie werden nur im Allgemeinen als ruhende Peridinidenformen characterisirt. Als besonders bemerkenswerth bezeichnet er für sie, dass der eingeschlossene Plasmakörper gewöhnlich eine weite Zellsafthöhle enthält, die von Plasmasträngen durchsetzt werde. Auch in diesen Cysten erfolgt Zweitheilung, jedoch bestimmt in querer Richtung zu der Längsaxe, welche doch sonder Zweifel der Längsaxe des Peridiniums entspricht. Klebs, welcher bekanntlich entschiedener Vertheidiger der Längstheilung der Dinoflagellaten ist, äussert sich leider nicht näher, wie er diesen, von ihm selbst beschriebenen Fall der Quertheilung mit seiner Ansicht vereinigen will. Ich muss übrigens gestehen, dass ich nach den Abbildungen dieser Cysten bei Klebs etwas zweifelhaft werden könnte, ob dieselben wirklich von Dinoflagellaten herrühren.

Die gehörnten Cysten des süssen Wassers, welche von Stein vermuthungsweise zu Peridinium cinctum und tabulatum gezogen werden, haben nun desshalb besonderes Interesse, weil, die Richtigkeit dieser Vermuthung vorausgesetzt, bei ihrer Erzeugung gewisse Gestaltsveränderungen der Peridinien stattgefunden haben müssen, welche die Bildung der hornartigen Fortsätze veranlassten, denn die betreffenden Peridinien besitzen keine solche. Die Cysten sind mehr oder weniger lang spindelförmig und entweder (? Peridinium cinctum, 52, 10a–c) nur an dem einen Pol in einen hornartigen, zugespitzten Fortsatz verlängert oder an beiden Polen (? Peridinium tabulatum, 52, 11). Der einfache Fortsatz der erstgenannten Cysten entspricht dem Hinterende des eingeschlossenen Peridinienkörpers; dies lässt sich stets deutlich erkennen, da in den meisten Cysten der Peridinienkörper, abgesehen von dem Mangel der Geisseln, vollständig organisirt ist. Nicht immer scheint es jedoch so zu sein, denn bei Claparède und Lachmann, wie bei Lieberkühn finden sich Abbildungen solcher Cysten, deren Inhalt keine Furchen zeigt und bei Lieberkühn auch solche letzterer Art, wo der Inhalt die Cyste völlig erfüllt und bis

in die Spitzen der Hörner hineinragt. Wir dürfen wohl annehmen, dass solche Cysten jugendlicher sind und uns über die Bildung der Hörner Aufschluss geben. Der Peridinienkörper muss sich am einen oder an beiden Enden in solche Fortsätze verlängert haben, als die Cystenmembran abgeschieden wurde. Später zog er sich dann aus den Hörnern zurück und nahm wieder eine der normalen entsprechendere Gestalt an, wobei gleichzeitig, wie wir es auch bei den Ceratiencysten fanden, die ursprünglich hohlen Hörner durch weitere Ausscheidung zu soliden umgebildet wurden, denn als solche sind die Hörner auf den Abbildungen der drei erwähnten Forscher in übereinstimmender Weise dargestellt.

Es lässt sich heute kaum eine Vermuthung über die Bedeutung dieser eigenthümlichen Hörnerbildung äussern. Nur die Abbildungen Lieberkühn's können vielleicht einen Wink in dieser Hinsicht geben, denn sie zeigen mehrere solche Cysten, die mit dem einen Horn festgeheftet sind. Darunter ist namentlich eine mit reticulirter Cystenhaut, deren etwas abweichende Gestalt auch anzudeuten scheint, dass sie von einer anderen Art herrühren muss wie die bei Stein beschriebenen. Bemerkenswerth scheint auf diesen Abbildungen auch eine doppeltgehörnte Cyste, welche ein völlig organisirtes Wesen enthält, dessen Längsfurchengeissel aus einer Oeffnung des hinteren Hornes hervorragt. Die eben geäusserte Ansicht über die eventuelle Bedeutung der Fortsätze der gehörnten Cysten der Peridinien findet eine directe Stütze in der Beschaffenheit der von Cienkowsky beobachteten Cysten der Exuviaella Lima; dieselben sind birnförmig, d. h. mit einem spitzig auslaufenden Pol der im Allgemeinen ovalen, dünnhäutigen Hülle versehen und mittels dieses Fortsatzes festgeheftet. Weiter unten werden wir noch ganz ähnlich gebaute, festsitzende Cysten eines Gymnodinium's kennen lernen, die Pouchet auffand. Auch scheint es nach den Erfahrungen des letzterwähnten Forschers, dass vorübergehende Festheftung im Leben mancher Dinoflagellaten während des sogen. Häutungsprocesses vorkommt, welcher manche Uebereinstimmung mit der Encystirung zeigt und von dem im Kapitel über die Biologie unserer Abtheilung ausführlicher die Rede sein wird.*)

Claparède und Lachmann beobachteten auch in der Nordsee eine sehr langgestreckte doppeltgehörnte Cyste. Wenn man annehmen will, dass nur Peridinien derartige Cysten erzeugen können, müsste man sie wohl auf Peridinium divergens beziehen. Dies erhält noch dadurch eine Bestätigung, dass Gourret solche gehörnte Cysten nicht selten im Mittelmeer fand und gleichfalls auf Peridinium divergens bezog. Er will

*) Auch in der neuesten Arbeit Pouchet's (48) findet sich die Beschreibung einer Erscheinung an Exuviaella Lima, welche viel Aehnlichkeit mit einem Encystirungsprocess hat. Pouchet beobachtete innerhalb der Schalenhülle geisselloser Individuen die Bildung einer farblosen, meist von einer deutlichen zarten Hulle umgebenen Kugel, neben welcher sich meist noch das Residuum der Chromatophoren, zu einem Häufchen zusammengeballt, vorfand. Letzterer Umstand namentlich macht es sehr zweifelhaft, ob hier ein Encystirungsprocess oder, was ich für wahrscheinlicher halte, die Entwickelung eines parasitischen Organismus vorlag.

die Bildung dieser Cysten so beobachtet haben, dass der zusammengezogene Peridinienkörper, nur von einer feinen Cystenmembran umkleidet, aus der Schalenhülle hervortritt und erst nach dem Freiwerden unter Verdickung der Membran die Hörner bildet.*)

Die gehörnten Cysten der Peridinien unterscheiden sich nun von denen der Ceratien, soweit sich bis jetzt urtheilen lässt, dadurch, dass unter ihrem Schutz lebhafte Vermehrung stattfindet. In den beiderlei Cysten des süssen Wassers kann die Vermehrung mindestens bis zur Vierzahl, nach der Abbildung einer doppeltgehörnten Cyste bei Lieberkühn wahrscheinlich zuweilen auch bis zur Achtzahl fortschreiten. Acht Sprösslinge beobachtete Claparède auch in der langen marinen Cyste. Aus Stein's und Lieberkühn's Beobachtungen scheint bestimmt hervorzugehen, dass die sich theilenden Individuen stets deutliche Furchen zeigen (52, 10b, 11). Die Theilung verläuft in der von früher bekannten Weise schief zur Längsaxe, wie die Figuren Stein's sicher angeben (s. Fig. 10b und 11, T. 52).

Was Gourret über die Theilung des Inhaltes der Cysten von Peridinium divergens berichtet, scheint zum geringsten Theil auf eigenen Beobachtungen zu beruhen und wird noch dadurch verwirrt, dass er die an dem ungetheilten Inhalt oder den Sprösslingen nicht selten zu beobachtende Quer- und Längsfurche für die Andeutung neuer Theilungen hält, wodurch er zu der seltsamen Vorstellung einer Dreitheilung solcher Sprösslinge gelangt und glaubt, dass die Zahl derselben in einer Cyste bis auf 24, ja 62 steigen könne, was durchaus unbewiesen, ja unwahrscheinlich ist. Ueberhaupt sind die Begriffe, welche Gourret von Cysten und Larven hat, etwas verwirrt; so bezeichnet er die gehörnten Cysten als Larven und die darin eingeschlossenen Sprösslinge als Cysten. Was er weiterhin von freischwimmenden Larvenformen dieses Peridiniums berichtet, beruht der Hauptsache nach auf irrigen Deutungen, indem er gewisse Peridinidenformen, ja sogar ein Phalacroma, für solche Larven hielt.

In den gehörnten Cysten, wie in den Dauercysten der Ceratien tritt eine eigenthümliche Umlagerung der Chromatophoren ein, auf welche Stein aufmerksam machte. Die Chromatophoren ziehen sich nämlich von der Oberfläche, unter welcher sie, wie früher bemerkt, lagern, in das Centralplasma zurück und sammeln sich bei den Ceratien in einer Zone um den Kern an. Stein zeichnet bei Ceratium eine angeblich zusammenhängende Zone bräunlichen Pigmentes um den Kern (53, 9c, pi), in welcher einzelne Chromatophoren nicht zu unterscheiden sind. Hieraus folgern zu wollen, dass sich die Chromatophoren bei dieser Zusammenhäufung vereinigen, scheint mir etwas gewagt. In den gehörnten Cysten von Peridinium erfolgt diese Concentrirung der Chromatophoren gleichfalls, und zwar sammeln sie sich entweder zu einem centralen Haufen oder zu zweien, je einem im Vorder- und Hinterleib. Doch scheint der Kern dabei nicht als Centrum zu fungiren, da er neben dem

*) Auch Pouchet (48) hat dieselben Cysten neuerdings mehrfach beobachtet, möchte sie jedoch zu Gymnodinium ziehen, wofür ausreichende Gründe nicht angegeben werden. Weiterhin fand er eine marine doppeltgehörnte Cyste mit ungetheiltem Inhalt, die er gleichfalls von einem Gymnodinium (nahe verwandt mit G. spirale B.) abzuleiten versucht. In letzterem Fall erscheint die Deutung gesicherter, da er die fragliche Form auch im nicht encystirten Zustande auffand.

Chromatophorenhaufen liegt. Stein bildet dann weitere Cysten von Peridinium cinctum (?) ab, an welchen Chromatophoren nicht mehr erkennbar sind, dagegen an Stelle des Chromatophorenhaufens eine oder mehrere rothe Oelkugeln, welche nach seiner Auffassung durch Umbildung der Chromatophoren entstanden. Letzteres halte ich noch für unbewiesen Er bemerkt weiter, dass diese Oelkugeln allmählich resorbirt würden.

Schon bei früherer Gelegenheit wurde betont, dass die Bildung rothen Oels im Plasma ruhender Zustände recht häufig ist; auch Klebs hebt dies hervor und gibt bei dieser Gelegenheit noch an, dass der braune Farbstoff unter diesen Umständen mehr und mehr zurücktrete; ob er wirklich verloren geht oder nur verdeckt wird, wird jedoch nicht gesagt. Die letzterwähnten Angaben von Klebs beziehen sich im Speciellen auf Dauerzustände, welche er bei gewissen Peridinien (tabulatum und cinctum) beobachtet haben will. Dieselben sollen entstehen, wenn man die Peridinien auf dem Objectträger allmählich eintrocknen lässt; dabei ziehe sich (Perid. tabulatum) das Plasma in der Schalenhülle zusammen und scheide eine Cystenhaut aus, welche aus einer dünnen, cuticularen äusseren und einer dickeren, weicheren inneren Schicht bestehe und keine Oberflächenstructur zeige. Aehnlich verhalte es sich auch mit Peridinium cinctum, doch werde hier die Schalenhülle „von vornherein“ abgeworfen. Im Allgemeinen hätten also diese Cystenzustände ziemliche Aehnlichkeit mit den gewöhnlichen Theilcysten, doch finde ich bei keinem der anderen Beobachter eine Angabe über Doppelschichtigkeit der Cystenhülle.

Am Schlusse dieses Abschnittes wollen wir noch kurz über einen eigenthümlichen Vermehrungsprocess berichten, welchen Pouchet (47) in jüngster Zeit von einem marinen Gymnodinium beschrieben hat.

Bis jetzt liegt darüber nur ein vorläufiger Bericht vor, der eine ausreichende Beurtheilung nicht zulässt. Pouchet fand auf den Schwänzen von Appendicularien kleine (0,02 Mm), anfänglich ungefärbte, später braune, von einer zarten Membran umhüllte, einkernige Körper, die mit einem stielförmigen Pol ihres im Allgemeinen birnförmigen Körpers festgeheftet waren und allmählich bis zu einer Länge von 0,180 Mm. heranwuchsen. Dann lösten sie sich von dem Stiel ab und wurden nun in grosser Menge an der Meeresoberfläche freischwimmend gefunden. Letztere Gebilde begannen dann einen Vermehrungsprocess durch fortgesetzte Zweitheilung. Inwiefern sich die Membran daran betheiligt, kann ich aus der Darstellung nicht hinreichend erkennen, doch macht letztere mir den Eindruck, als wenn es sich dabei um die Bildung pleurococcusartiger Verbände handelte, wie wir sie bei der fortgesetzten Zweitheilung gewisser Flagellaten im Ruhezustand (Chlamydomonadinen) fanden. Nachdem durch reiche Vermehrung der Durchmesser der Sprösslinge bis auf 0,01 Mm. gesunken ist, werden dieselben in Gestalt kleiner Dinoflagellaten beweglich Wie diese sich weiter verhalten und schliesslich wieder auf den Appendicularien zur Ruhe gelangen, wurde nicht festgestellt.*)

*) Aus der mittlerweile veröffentlichten genaueren Schilderung dieser Vorgänge ergibt sich im Allgemeinen nicht viel mehr, als was wir schon im Text auf Grund der vorläufigen Mittheilung berichteten. Nachzutragen wäre hauptsächlich, dass die erste Theilung fast stets eine Längstheilung ist, jedoch zuweilen auch quer zu der Längsaxe der birnförmigen Gebilde verlaufen soll. Auch wird im Allgemeinen bestätigt, dass unsere Auffassung des Theilungsactes, als analog mit dem gewisser ruhender Flagellaten, richtig ist. Jede Theilung scheint zunächst unter dem Schutz einer dünnen Cystenhülle zu geschehen, die sich jedoch nach vollzogener Sonderung der Sprösslinge rasch auflöst, so dass letztere frei werden. Dann bildet

C. Ueber das Vorkommen unvollständiger Theilung.

Schon bei den Flagellaten fanden wir, dass zuweilen unvollendete Theilzustände auftreten, bei welchen die Theilung auf recht verschiedenen Stadien sistirt sein konnte und die so entstandenen, seltsamen Doppelindividuen nun, wie gewöhnliche, frei umherschwärmten. Auch fanden wir bei jener Gelegenheit, dass solche Doppelindividuen gelegentlich als Copulationen betrachtet wurden. Letzteres hat nun höchstwahrscheinlich bei unserer Gruppe gleichfalls stattgefunden. Auch hier begegnet man solchen Doppelindividuen, sowohl im beweglichen wie ruhenden Zustande. Bewegliche Formen solcher Art fand schon Ehrenberg bei Gymnodinium fuscum, Glenodinium pulvisculus und cinctum und hielt sie für Längstheilungen, worin ihm Perty und Claparède folgten. Stein dagegen erklärte sie für Copulationen, an welche er dieselbe Hypothese von der Entwicklung innerer Embryonen aus den vereinigten Kernen anknüpfte, die wir schon bei den Flagellaten besprachen. Klebs erhob sich zuerst für die, schon namhaft gemachte Auffassung dieser Vorkommnisse, indem er bei Gymnodinium ihr Hervorgehen aus unvollendeter Theilung direct beobachtet haben will.*)

Für die letztere Deutung spricht denn auch eine Reihe von Gründen. Die Doppelindividuen (51, 11 a—b) sind immer so mit einander vereinigt, wie es ihre Entstehung aus unvollständiger Theilung verlangt. Die Vereinigungsebene der beiden Individuen liegt nämlich, wenn wir sie als Theilzustände auffassen, ganz analog der schiefen Längstheilungsebene, zieht also von vorn rechts nach hinten links. Demnach stehen auch die beiden Individuen, wie bei der Theilung nicht direct neben einander, sondern das linke weiter vor wie das rechte.

Auch das Verhalten der Schalenhülle bei den Doppelindividuen beschalter Gattungen spricht gegen ihre Auffassung als Copulationen. Beide werden nämlich von einer gemeinsamen Hülle umkleidet, welche der Doppelgestalt des Körpers genau entspricht. Es wäre schwer vorstellbar, wie bei einer Verschmelzung eine solche schrittweise Vereinigung der Hüllen eintreten könnte, dennoch möchte ich einen derartigen Vorgang nicht für ganz unmöglich halten. — Ferner hat Bütschli (46) ruhende Zustände dieser Art bei Glenodinium cinctum viele Tage verfolgt, ohne die geringste Veränderung, weder im Sinne der Vollendung der Theilung, noch der

---

jeder Sprössling eine neue zarte Hülle und so fort. Bei zuweilen eintretender Behinderung der weiteren Theilung können die Sprösslinge auch successive mehrere in einander geschachtelte Hüllen ausscheiden. Im Verlaufe der fortgesetzten Vermehrung nimmt der Gehalt an braunem Farbstoff mehr und mehr ab, so dass die frei werdenden Gymnodinien nahezu farblos sind. Ausser den birnförmigen Körpern, deren Herkunft von den gestielten Cysten der Appendicularien sicher erscheint, finden sich an der Meeresoberfläche noch ähnliche eiförmige, welche genau dieselbe Weiterentwicklung durchlaufen und die daher auch wohl eine ähnliche Herkunft haben.

*) Auch Pouchet (48) beobachtete bei dem auf vorhergehender Seite erwähnten Gymnodinium zuweilen bewegliche, durch unvollendete Theilung entstandene Doppelindividuen.

weiteren Verschmelzung wahrzunehmen. Nach Analogie der Verhältnisse bei den copulirenden Flagellaten hätten wir endlich Grund zu der Annahme, dass bei der Copulation die Vereinigung mit gleichnamigen Stellen, wahrscheinlich den Geisselinsertionen, geschehe, welcher Voraussetzung die Doppelindividuen gleichfalls widersprechen.

Die weiteren Entwicklungsstadien, welche Stein diese angeblichen Zygoten durchlaufen lässt, dürfen wir aber getrost, wie bei den Flagellaten, als irrige betrachten, hervorgerufen durch Entwicklung eines parasitischen Organismus; denn er schildert sie ganz wie die gewisser Flagellaten, und letztere verdienen eine solche Beurtheilung sicherlich. Nur die Doppelwesen, welche Stein von Amphidinium lacustre abbildet (54, 7 b), erscheinen in dieser Hinsicht etwas zweifelhaft, ich werde desshalb bei der Besprechung der Copulation nochmals auf sie zurückkommen.

Wenn wir nun zugeben, dass die Doppelformen der Peridinien keine Copulations-, sondern sistirte Theilzustände sind, so sind dieselben vielleicht geeignet, einige nähere Aufschlüsse über gewisse Verhältnisse des Zweitheilungsprocesses zu geben, da sie dann gewisse Stadien fixirt und eingehenderem Studium zugänglich, vorführen. So konnte Bütschli an ruhenden Doppelwesen des Glenodinium cinctum beobachten, dass die, beiden Individuen gemeinsame Querfurche stark in die Länge gezogen war, also nun eine steile, rechts gewundene Schraube darstellte, ähnlich wie sie bei dem Gymnodinium spirale Bergh (51, 5) dauernd erscheint. Die schon durch eine schwache Einschnürung angedeutete Theilebene lief in der bekannten Weise, so dass sie die noch gemeinsame Querfurche in eine rechte und linke Hälfte zerlegte. Die beiden Halbwesen hatten stets schon gesonderte Kerne. Aus diesen Ergebnissen scheint zu folgen, dass bei der schiefen Längstheilung der Peridinien, insofern diese bei Individuen stattfindet, welche die Querfurche noch besitzen, letztere so zerlegt wird, dass das eine Individuum die eine, das andere die andere Hälfte derselben mit sich nimmt, worauf dann an den getrennten Sprösslingen Ergänzung der Furche eintritt. Dieses Resultat harmonirt denn auch gut mit den Abbildungen Stein's über den Theilungsvorgang in den gehörnten Cysten von Peridinium (52, 10 b), der Längstheilung von Amphidinium und den Ergebnissen über die Theilung im freien, beweglichen Zustande.

10. Copulations- und Conjugations-Erscheinungen.

Obgleich wir annehmen müssen, dass solche Vorgänge auch bei unserer Abtheilung nicht fehlen, liegen leider keine hinreichend gesicherten Beobachtungen darüber vor. Wir erwähnten schon im vorigen Abschnitt, dass die von Stein abgebildeten Copulationsformen wohl eine andere Deutung erhalten müssen und dass nur für Amphidinium lacustre die Angelegenheit etwas zweifelhafter erscheint. Hier bildet nämlich Stein mit einander umher schwimmende, in verschiedenen Stellungen

zu einander befindliche Paare ab (54, 7b), welche doch vielleicht die Anfänge von Copulation gewesen sein könnten.

Ueber Copulation bei Glenodinium cinctum berichtet auch Askenasy (46), welcher gefunden haben will, wie zwei wahrscheinlich nackte Individuen sich aneinander anlegten, indem sich die hintere Hälfte des einen an die vordere des anderen heftete, und beide in solcher Weise, anfänglich nur durch einen Punkt vereinigt, längere Zeit mit einander umherschwammen, sich unter Umständen auch wieder losrissen und Verbindungen mit anderen Individuen eingingen. Nachdem die Vereinigungsstelle etwas umfangreicher geworden war, kamen die Paare plötzlich zur Ruhe. An der ruhenden Zygote liess sich aber eine weitere Veränderung nicht constatiren. Askenasy hält denn auch die ruhenden Doppelindividuen von Glenodinium, welche wir schon oben erwähnten, für Zygoten, doch kann ich mich zu dieser Annahme noch nicht entschliessen, auch wenn die von Askenasy beobachteten Vereinigungen wirkliche Copulationen waren, was ich nicht für zweifellos halte.

Zweifelhaft muss uns auch der Conjugationsakt erscheinen, welchen Joseph (29) von einem nicht weiter bekannten Peridinium stygium aus einer der Krainer Grotten beschrieb.

Es soll sich hier um einen wirklichen Conjugationsprocess, wie bei den Infusorien handeln, indem sich beide Individuen nur eine Zeit lang vereinigen. Die Vereinigung geschehe in der Weise, dass sich die Wesen in verwendeter Stellung, das Hinterende des einen nach vorn, das des anderen nach hinten gerichtet, mit den Geisselspalten (Mundspalte nach Joseph) aufeinanderlegen und durch hier ausgetretenes Plasma zu verkleben scheinen. „Die Kerne scheinen aneinander gerückt zu sein und bildeten eine Bisquitform, während die in ihrer Masse enthaltenen Körnchen in lebhafter Bewegung ergriffen waren.“ Nach einigen Stunden trennten sich die Individuen, worauf sie unter Geisselverlust in einen Ruhezustand übergingen. Nun sollen weitere Veränderungen an dem Kern dieser Ruhezustände eintreten. Bei den meisten soll derselbe einfach bleiben, zuweilen aber sich in zwei theilen, von welchen der eine in den Vorderkörper, der andere in den Hinterkörper rücke. Dann beginne der einfache, resp. doppelte Kern sich zu vergrössern, indem er das Plasma gewissermaassen aufzehre und schliesslich erfülle er, resp. die beiden Kerne, den ganzen Körper. Im letzteren Falle erscheint der Körper dann in zwei Kugeln (die vergrösserten Kerne) getheilt. Durch Zerfall der Schalenhülle werden nun die einfache oder die beiden Kugeln frei, nachdem sie eine zarte Hülle ausgeschieden haben. Die fernere Entwicklung verlaufe ganz verschieden, je nachdem eine oder zwei Kugeln gebildet wurden. In letzterem Falle entwickeln sich dieselben einfach zu jugendlichen Peridinien; im ersteren dagegen treten in der Kugel zahlreiche Bläschen auf, so dass dieselbe schliesslich ganz prall von solchen erfüllt ist; letztere werden endlich durch Bersten der Kugelhülle frei und entwickeln sich zu jugendlichen Peridinien.

So, wie die Mittheilung von Joseph vorliegt, als kurze nicht von Abbildungen begleitete Notiz, lässt sich schwerlich ein bestimmtes Urtheil über die beschriebenen Vorgänge gewinnen. Ich kann jedoch nicht verhehlen, dass mir die angeblichen Entwicklungsvorgänge im Gefolge der Conjugation recht zweifelhaft erscheinen.

11. Kettenbildung.

Schon in der historischen Einleitung erwähnten wir, dass Michaelis bei marinen Ceratien zuerst eine eigenthümliche Vereinigung zweier Individuen beobachtete, die er abbildete, im Text aber nicht erwähnte. Erst viele Jahre später wurden Murray und Pouchet auf diese Erscheinung wieder aufmerksam, wobei es sich herausstellte, dass viel mehr wie zwei Individuen in solcher Weise aneinandergereiht sein können, also eine wirkliche Kettenbildung statthaben kann (Taf. 53, 8 und 10 a).

Nicht allein bei den Ceratien wurde übrigens dieses Phänomen beobachtet, sondern auch bei einer von Pouchet als Glenodinium cinctum gedeuteten marinen Form, deren Bestimmung aber, wie früher erwähnt, unsicher scheint. Endlich wurde noch bei einer Dinophysis (acuta var. geminata Pouchet = Dinophysis Homunculus Stein) das Zusammenhängen zweier Individuen constatirt, doch muss es zweifelhaft erscheinen, ob es sich hier um einen entsprechenden Vorgang handelte.

Die Kettenbildung der Ceratien beobachtete Pouchet bei C. Furca und Tripos; bei der ersteren Art stieg die Zahl der vereinigten Individuen bis auf acht, bei der letzteren wurden nur Ketten von zwei bis drei Individuen gefunden; bei Cer. Fusus fand Pouchet keine Ketten, doch bildete schon Michaelis solche von zwei Individuen ab. Die Zusammenfügung der Einzelwesen zu einer Kette geschieht bei den Ceratien immer in einer bestimmten Weise, woraus hervorgeht, dass es sich nicht um etwas zufälliges handelt. Alle Individuen der Kette sind gleich gestellt und das vordere Horn eines jeden heftet sich an die rechte ventrale Endstelle der Querfurche des Vorgängers (s. die Abbild. Taf. 53). Diese Art der Zusammenfügung ist schon auf den Abbildungen von Michaelis angedeutet; sie dürfte wohl damit zusammenhängen, dass das vordere Horn an seinem Ende geöffnet ist, also das hier freie Körperplasma sich bei der Vereinigung, resp. Festheftung, betheiligen kann. Fraglich ist es, ob es sich nur um eine Anheftung oder um eine wirkliche Vereinigung der Plasmakörper handelt.

Etwas anders sind die Ketten des fraglichen Glenodinium gebildet. Dieselben enthielten bis 4 Individuen, welche einfach hintereinander gereiht waren, so dass der vordere Pol des hinteren an dem hinteren des vorhergehenden befestigt war. Diese Kettenbildung erinnert, wie auch Pouchet bemerkte, an die von Allman beschriebenen Quertheilungszustände seines Peridinium uberrimum; es liegt daher die Möglichkeit vor, dass letztere solche Vereinigungen waren, was auch desshalb interessant erschiene,

weil dies der erste Fall von Kettenbildung bei einer Süsswasserform wäre.

Bei Dinophysis Homunculus kamen Vereinigungen zweier Individuen mittels der Rücken zur Beobachtung; sie berührten sich mittels eines am Rücken dieser Art vorspringenden Fortsatzes der Schalenhülle, wobei also das eine Individuum seine Bauchseite nach rechts, das andere nach links wendete. Die Verbindungsweise war demnach eine ganz andere wie bei den Peridiniden, wesshalb es auch etwas fraglich erscheinen muss, ob es sich um das gleiche Phänomen handelt.

Ganz unsicher ist zur Zeit die Bedeutung der Kettenbildung. Der nächstliegende Gedanke wäre der an Conjugation oder Syzygienbildung. Ein Fall, wie er dann bei den Ceratien vorläge, wäre nicht ganz ohne Analogie, denn auch bei der Syzygienbildung der Gregariniden konnte Frenzel neuerdings das Aneinanderhängen einer ganzen Anzahl Individuen, unter Kettenbildung beobachten*). Klebs spricht sich sehr bestimmt gegen eine solche Deutung aus, ohne aber seine Gründe zu entwickeln; er möchte in der Kettenbildung eine „rein biologische Erscheinung" erkennen, „eine Anpassungserscheinung an das pelagische Leben, welches sehr verschiedene Organismen zu einer solchen Kettenbildung führe." Welche Organismen er dabei im Auge hat, geht aus der Bemerkung nicht hervor, vielleicht die kettenbildenden Bacillariaceen und die Ketten der Salpen. In diesen Fällen handelt es sich aber immer um einen ursprünglichen Zusammenhang von Individuen, welche durch Theilung oder Sprossung aus gemeinsamer Stätte hervorgingen. Gerade letzteres scheint nun für die Ketten der Dinoflagellaten wenig wahrscheinlich; nichts deutet wenigstens darauf hin, dass dieselben durch fortgesetzte Theilung entstanden seien; man könnte höchstens vermuthen, dass die zahlreichen, durch fortgesetzte Theilung gebildeten Sprösslinge einer Cyste in solcher Kettenform ins Freie gelangten. Ich halte es daher für wahrscheinlicher, dass die Ketten nachträglich, durch Vereinigung ursprünglich isolirter Individuen entstehen und kann desshalb auch die Möglichkeit, dass das Phänomen mit Copulation etwas zu thun habe, einstweilen noch nicht für ausgeschlossen erachten**).

*) Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. 24, p. 545.

**) In seiner neuesten Publikation (48) theilt Pouchet noch einige weitere Beobachtungen über die Kettenbildung mit, ohne jedoch der Frage nach ihrer Bedeutung wesentlich näher zu kommen. Er neigt jetzt der oben schon angedeuteten Möglichkeit zu, dass die Ketten aus den Theilsprösslingen einer Cyste hervorgingen, nennt diese Vereinigungen jedoch auch häufig „Conjugationen." Er beobachtete nun auch eine Kette zweier Gymnodinium spirale, deren Vereinigung nach dem bei den Ceratien gewöhnlichen Modus gebildet war. Dagegen fand er einige Mal Verbindungen zweier Ceratium Fusus in ganz abweichender Weise, indem beide Individuen in gleicher Orientirung neben einander lagen und in der Gegend der Querfurche vereinigt schienen. Hinsichtlich der oben geschilderten Paare von Dinophysis hebt er jetzt hervor, dass die beiden vereinigten Individuen nicht gleich gebildet, sondern spiegelbildlich verschieden seien; das eine ein rechtes, das andere ein linkes Exemplar. Mir scheint dies etwas zweifelhaft, da solche Verschiedenheiten noch von Nie-

Wie aus den obigen Bemerkungen hervorgeht, sind die bis jetzt vorliegenden Untersuchungen noch zu aphoristische, um die Natur der jedenfalls sehr interessanten Erscheinung näher zu bestimmen.

12. System der Dinoflagellaten.

A. Historisches.

Bezüglich der Ansichten Ehrenberg's und Dujardin's über die systematische Stellung unserer Gruppe können wir füglich auf den historischen Abschnitt verweisen, wo dieselben schon erörtert wurden. Siebold reihte 1848 die Dinoflagellata als Familie der Peridinäen in seine Ordnung der Astoma ein; sie fanden hier ihren Platz neben einer Anzahl Flagellaten, welche die Familie der Astasiaea bildeten. Bei Perty begegnen wir ihnen als Familie der Peridinida unter seinen Filigera und erst Claparède und Lachmann trennten sie von den übrigen Flagellaten als besondere Ordnung der Cilioflagellata ab. Von Diesing wurden sie 1866 zu einem besonderen Typus der „Trichosomata" unter den Mastigophora erhoben und in zwei Familien, die der Mallomonadinea und der Peridinea gesondert. Die erste Familie enthält neben Mallomonas, die, wie wir schon bei den Flagellaten erfuhren, gewiss nicht hierhergehört, noch die Gattung Prorocentrum, die zweite Familie alle übrigen Dinoflagellaten, unter welchen Diesing eine ziemliche Anzahl neuer Genera errichtete, die aber fast alle unhaltbar erscheinen.

Wie auf anderen Gebieten des Systems schloss sich auch Kent (32) in seinem systematischen Versuch Diesing darin an, dass er in seine Ordnung der Cilioflagellata eine Reihe nicht hierhergehöriger Formen aufnahm, welche neben den Geisseln noch Cilien besitzen sollen. Alle echten Dinoflagellaten finden sich bei ihm in der Familie der Peridiniidae, der er noch 4 weitere Familien anreihte; einmal wie Diesing die Mallomonadidae (nur Mallomonas enthaltend), ferner die Heteromastigodae (auf die Gattung Heteromastix gegründet, deren Nichthierhergehörigkeit wir schon bei den Flagellaten p. 830 erörterten), endlich die beiden Familien der Stephanomonadidae und Trichonemidae, jede derselben mit zwei Gattungen. Zwei dieser Genera wurden von Fromentel (Flagell. No. 146) aufgestellt: Stephanomonas und Trichonema, sie sind ganz zweifelhafter Natur und unsicher, wie die Beschreibungen dieses Autors gewöhnlich. Die Gattung Astmathos von Salisbury, eine parasitische Form des Menschen, bedarf gleichfalls erneuter Untersuchung; nach den jetzigen Schilderungen gehört sie zu den zweifelhaftesten Protozoen, was in gleichem

mandem sonst bei dieser Gattung wahrgenommen wurden. Schliesslich schildert er noch paarweise Vereinigung bei Prorocentrum micans; die beiden Individuen waren mit den entgegengesetzten Seiten in im Allgemeinen gleicher Orientirung vereinigt, doch ihre Längsaxen unter einem Winkel von etwa 45° gekreuzt. Speciell der letztgeschilderte Fall scheint auch mir auf unvollständige Theilung rückführbar und gehörte daher vielleicht besser in ein früheres Kapitel.

Maasse von der Perty'schen Gattung Mitophora gilt, die als die zweite der Trichonemidae aufgeführt wird. Wir können daher in dem System Kent's nur einen Rückschritt in der Umgrenzung der recht einheitlichen Dinoflagellatengruppe erkennen. Auch in der Errichtung der Gattungen und Arten verfährt Kent ohne scharfe Kritik, so dass sich darunter viel unhaltbares findet. Die Gattung Polykrikos verwies er schliesslich zu den Ciliaten.

Das von R. S. Bergh i. J. 1882 errichtete System muss als ein wirklicher Fortschritt bezeichnet werden. Er unterschied in seiner Ordnung der Cilioflagellaten zwei Familien, die der Adinida mit Prorocentrum und die der Diniferen, welche alle übrigen umschloss. Die grosse Differenz zwischen diesen beiden Gruppen war ja schon lange aufgefallen, so dass Stein noch 1878 die Gattung Prorocentrum überhaupt von den Dinoflagellaten trennen wollte. Die Diniferen werden von Bergh in drei Subfamilien zerlegt, die Dinophysida, Peridinida und Gymnodinida, von welchen die beiden ersten recht natürliche sind, die letztere dagegen wohl keinen Anspruch hierauf machen kann. In der Feststellung der Arten verfuhr Bergh recht exact und die von ihm neu errichteten Gattungen sind meist acceptabel.

Ein gleiches lässt sich von den beiden im Jahre 1883 erschienenen Arbeiten von Pouchet (37) und Gourret (38) nicht behaupten. Es finden sich vielmehr bei ihnen nicht wenige Unsicherheiten und Unrichtigkeiten in den Bestimmungen, auf die wir im speciellen Theil hinzuweisen haben werden und bei Gourret eine Tendenz zur Zersplitterung der Arten, welche in Betracht der grossen Variabilität der Dinoflagellaten entschieden viel zu weit geht.

Als Grundlage für die systematische Behandlung der Dinoflagellaten, speciell die Feststellung der Genera, wird die umfassende Bearbeitung Stein's (38) betrachtet werden müssen, schon desshalb, weil ihm der grösste Reichthum an Formen zu Gesicht kam und er auch ein gutes Auge für Erkennung generischer Zusammengehörigkeit hatte, wie sich nicht leugnen lässt. Aus diesem Grunde, und da ich nicht zur Entscheidung der Frage berechtigt bin, welche der 1883 erschienenen Arbeiten die Priorität beanspruchen darf, halte ich mich in zweifelhaften Fällen an die Namengebung Stein's. Stein unterschied unter seinen arthrodelen Flagellaten 5 Familien, von welchen die der Prorocentrinen mit den Adinida Bergh's zusammenfällt, weiterhin die der Noctilucida unhaltbar erscheint, da zwei der ihr zugeschriebenen Gattungen zu den Peridiniden gehören, Noctiluca aber wohl richtiger den Typus einer besonderen Ordnung bildet. Es bleiben ferner noch die Peridiniden (einschliesslich der Gymnodinidae Bergh's), die Dinophysiden und endlich eine Familie der Cladopyxiden, welche noch zu unsicher erscheint, um acceptirt werden zu können und auch einstweilen recht gut mit den Peridiniden vereinigt werden kann.

B. Verwandtschaftliche Beziehungen der Dinoflagellaten zu den übrigen Protozoen und einzelligen pflanzlichen Organismen.

Durch die Einreihung der Gruppe in die Klasse der Mastigophoren haben wir unsere Ansicht über ihre nächsten Verwandten schon ausgesprochen. Die Beziehungen zu den Flagellaten wurden auch seit Ehrenberg selten verkannt und von den neueren Forschern meist stark betont. Bergh leitete sie von den Flagellaten her und Stein ordnete sie seiner Flagellatenabtheilung direct ein. Nur Klebs (36) verhält sich etwas zweifelnd und zieht es vor die Dinoflagellaten „als eine scharf gesonderte Familie in die grosse und mannichfaltige Gruppe der Thallophyten zu stellen." Dieselben Gründe, welche uns bei den Flagellaten bestimmten, die zu entschiedenen Pflanzen hinneigenden Formen von den übrigen nicht zu sondern, müssen uns auch veranlassen, die in ihrer überaus grossen Mehrzahl sich entschieden holophytisch ernährenden Dinoflagellaten unter den Protozoen zu belassen.

Die Beobachter sind auch ziemlich einig darüber, mit welchen zweigeisseligen Flagellaten wohl die nächsten Beziehungen existiren. Schon Ehrenberg sprach dies dadurch aus, dass er Prorocentrum zu den Cryptomonadinen zog und Exuviaella marina geradezu als eine Cryptomonas beschrieb (20, 1872). Auch Klebs (44) erkennt an, dass die Beziehungen zwischen den Prorocentrinen und den Cryptomonadinen nicht zu leugnen sind und Bergh, welcher die Flagellatenabstammung unsererer Gruppe besonders warm vertritt, wollte sie von den Thecomonadinen herleiten und wies namentlich auf eine von ihm beobachtete Form der letzteren hin, welche, den kurzen Angaben zufolge, wohl sicher nichts anderes wie Exuviaella marina war.

Recapituliren wir kurz die Punkte in dem Bau der Prorocentrinen, welche an die Cryptomonadinen erinnern. Einmal ist dies die Körpergestalt, namentlich auch der Zahnfortsatz gewisser Prorocentrumformen, welcher mit der Oberlippe von Crypto- und Chilomonas identisch zu sein scheint; weiter die Stellung der beiden Geisseln und der in seiner Beschaffenheit an das Peristom der Cryptomonadinen erinnernde Geisselspalt an deren Basis; endlich die beiden Chromatophorenplatten sammt ihrer Färbung bei Exuviaella. Abweichend dagegen ist der Besitz einer Schalenhülle, welche den Cryptomonadinen, vielleicht mit Ausnahme von Oxyrrhis fehlt; ferner der Mangel einer scharf ausgeprägten contractilen Vacuole, wogegen sich ein Vacuolensystem findet, welches vielleicht an das gewisser Euglenen erinnert. Wenn wir in letzterem Verhalten einen Anklang an eine andere Abtheilung der Flagellaten begegnen, so erinnert auch die, aus zwei leicht auseinanderfallenden Klappen gebildete Schalenhülle an die gewisser anderer Isomastigoden, der Phacotinen nämlich, so dass, wenn auch die nächsten Beziehungen zu den Cryptomonadinen nicht zu verkennen sind, der Ursprung der Dinoflagellaten doch wohl weiter zurückverlegt werden muss, in Formen, welche eine Mischung von Characteren zeigten, wie sie bei jetzt lebenden Flagellaten noch nicht beobachtet wurde.

Wie zu den Flagellaten wurden auch Beziehungen unserer Gruppe zu der dritten Abtheilung der Mastigophoren, den Cystoflagellaten in neuerer Zeit festzustellen versucht. Zuerst machte Allman*) auf die Verwandtschaft beider Ordnungen aufmerksam, doch waren die von ihm aufgeführten Gründe wenig beweisend, wesshalb denn auch seine Ansicht lange keinen Anklang fand. In neuester Zeit sprachen sich Kent, Pouchet und Stein für die Verwandtschaft beider Abtheilungen aus und letzterer reihte Noctiluca sogar direct unter seine arthrodelen Flagellaten ein**). Auch ich erklärte (46), mich endlich für die Beziehungen zwischen den beiden Abtheilungen, vermag mich aber der Stein'schen Anschauung nicht anzuschliessen. Wir werden daher auch die Cystoflagellaten erst später als eine gesonderte Gruppe betrachten und es wird dort auch unsere Aufgabe sein, ihre Verwandtschaft mit den Dinoflagellaten speciell darzulegen.

Wir haben endlich schon früher erfahren, (s. d. historische Einleitung), dass schon Ehrenberg durch die Stellung, welche er unserer Gruppe gab, deren Beziehung zu den ciliaten Infusorien unzweifelhaft andeuten wollte. Erst bei Claparède und Lachmann finden wir diesen Gedanken schärfer formulirt; die Cilioflagellaten galten ihnen als eine Mittelgruppe zwischen den bewimperten Infusorien und den Flagellaten, obwohl sie den letzteren viel näher verwandt seien, wie den ersteren. Dass sie unsere Gruppe hinter den Acineten aufführen, kann nicht, wie Bergh meint, so gedeutet werden, als schrieben sie den Dinoflagellaten eine nähere Verwandtschaft mit den Suctoria zu. Später wurden die Beziehungen der Dinoflagellaten zu den Ciliaten namentlich von Bergh lebhaft betont; derselbe erblickte in den ersteren die Gruppe, von welcher die Ciliaten phylogenetisch entsprungen seien.

Wie es schon Ehrenberg angedeutet hatte, sollten zunächst die peritrichen Ciliaten aus den Dinoflagellaten hervorgegangen sein, speciell die Gattung Mesodinium (Stein), welche Bergh als eine primitive Peritriche betrachtete, vermittle den Uebergang. Die Unhaltbarkeit einer solchen Auffassung wurde in zweifacher Weise dargelegt; einerseits durch die Erfahrung, dass bei den Dinoflagellaten gar kein Ciliensystem vorhanden ist, aus welchem die Cilienbekleidung der Infusorien hervorgegangen sein könnte und andererseits durch die genauere Untersuchung der Gattung Mesodinium, welche wir hauptsächlich Entz verdanken***). Durch Letzteren wurde aber festgestellt, dass diese Gattung kaum nähere Beziehungen zu den Peritrichen besitzt. Unsere heutigen Kenntnisse verwehren uns also, der Annahme einer näheren Verwandtschaft zwischen Ciliaten und

*) Quarterl. journ. micr. science. N. s. V. XII. p. 326—332.

**) Aehnlich spricht sich auch Pouchet in seiner neuesten Arbeit (48) aus, wo er Noctiluca sogar zu Gymnodinium ziehen will.

***) Zeitschrift f. wiss. Zoologie Bd. 38, p. 167 und Mitth. der zoolog. Station Neapel Bd. V. p. 303.

Dinoflagellaten zuzustimmen und auch der von Entz (l. c.) erneuerte Versuch, die zuerst von James Clark angedeuteten vermeintlichen Beziehungen zwischen den Dinoflagellaten und der Ciliatengattung Urocentrum neu zu befestigen, muss, angesichts der neueren Erfahrungen über die Bauverhältnisse unserer Gruppe, verworfen werden.

Schliesslich noch ein Wort über die möglichen Beziehungen zu einzelligen pflanzlichen Wesen. Wie erwähnt, hat Warming seiner Zeit ganz kurz und ohne specielle Begründung geäussert, dass die Dinoflagellaten ein Mittelglied zwischen den Bacillariaceen und den Desmidiaceen bildeten. Es lässt sich auch wohl nicht völlig verkennen, dass einige Eigenthümlichkeiten unserer Gruppe gerade in dieser Richtung weisen. Wenn wir von den allgemeineren Characteren absehen, die, wie schon bei den Flagellaten gezeigt wurde, auf Beziehungen der Mastigophoren zu den einzelligen Pflanzen, speciell den Bacillariaceen hinweisen, ist es namentlich der eigenthümliche Theilungsprocess mit Neubildung der einen Hälfte der Schalenhülle, welcher uns an ähnliche Vorgänge bei den erwähnten beiden Abtheilungen der Protophyten erinnert. Die zweiklappige Bildung der Schalenhülle der ursprünglicheren Dinoflagellaten erinnert überhaupt an die Verhältnisse bei den Bacillariaceen und auch in der feineren Structur der Hülle mögen sich vielleicht gewisse Annäherungen ergeben, wenn erst das Augenmerk genauer auf diese Verhältnisse bei den Dinoflagellaten gerichtet wird. Nicht unwichtig erscheint mir in dieser Hinsicht namentlich die eigenthümliche Entwickelung der Gürtelbänder gewisser Bacillariaceen (Achnanthes u. zahlr. a.), welche durch ihre Querstreifung lebhaft an die sog. Intercalarstreifen vieler Dinoflagellaten erinnern.

C. Uebersicht der Gattungen.

Die Zahl der bis jetzt mit einiger Sicherheit zu unterscheidenden Gattungen beträgt etwa 26, wozu sich noch zwei zweifelhafte gesellen; die Zahl der Arten beziffert sich auf nicht mehr als 90 bis 95, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, dass dem Artbegriff von den verschiedenen Beobachtern ein recht verschiedener Umfang gegeben wird, so dass einzelne, wie z. B. Gourret, eine viel grössere Zahl von Species annehmen würden.

I. Unterordnung. Adinida Bergh (Prorocentrina Stein).

Längliche, bilateral symmetrische Formen mit Neigung zur Asymmetrie, bei welchen die beiden Geisseln am vorderen Pol entspringen. Querfurche nicht entwickelt. Mit zweiklappiger poröser Hülle. Zwei Vacuolen im Vorderende neben einander. Chromatophoren.

1. Familie. Prorocentrina Stein.

Charactere der Unterordnung.

Exuviaella Cienkowsky 1882, Klebs (44), Pouchet (48).

Synon. ? Pyxidicula Ehrenb. (Abh. d. Berl. Ak. 1836), Bailey (Smith. Inst. Vol. II. Pl. 2 Fig. 14), Cryptomonas Ehrenb. (Lima, 20); Prorocentrum p. p. Kent (32); Amphidinium operculatum Pouchet (37); Dinopyxis Stein (39); Postprorocentrum Gourret p. p. (38), ? Thecomonadine verw. mit Cryptomonas Lima bei Bergh (30).

Taf. 51, Fig. 2.

Gestalt nahezu kuglig bis eiförmig und länger, zuweilen hinten zugespitzt. Die länglichen Formen meist ziemlich comprimirt (Länge bis etwa 0,08 ?). Die rechte Schalenhälfte am vorderen Pol mit oder ohne deutlichen Ausschnitt. Zahnfortsatz fehlend oder je ein zartes Zähnchen zu den Seiten des Geisselspalts. Zwei seitliche, plattenförmige, grosse braune Chromatophoren, jede in der Mitte mit einem runden Amylonkörper. Kern im hinteren Drittel. Vermehrung durch Längstheilung.

Nord. Meere und Mittelmeer. 4 bis 5 Arten.

Prorocentrum Ehrenberg 1833 und (5); Claparède und Lachm. (21), Bergh (30), Stein (39), Bütschli (46), Pouchet (48).

Synon. Cercaria spec. Michaelis (4), Postprorocentrum Gourret p. p.

Taf. 51, Fig. 1.

Gestalt ungefähr oval bis recht lang gestreckt; Hinterende stets deutlich zugespitzt. Länge bis ca. 0,05. Stets ziemlich comprimirt. Dorsal an der Geisselspalte ein starker Zahnfortsatz, welcher entweder aus einem Stück besteht oder von je einem Fortsatz der Schalenklappen zusammengesetzt wird. Keine grossen plattenförmigen Chromatophoren, sondern wahrscheinlich zahlreichere kleinere. Gelbbraun.

Marin. Kosmopolit. 3 bis 4 Arten.

II. Unterordnung. Dinifera Bergh.

Dinoflagellaten mit einer oder mehreren deutlichen Querfurchen, in welche die einfache oder mehrfache Querfurchengeissel eingelagert ist. Längsgeissel gewöhnlich nach hinten gerichtet.

1. Familie Peridinida.

Mit einer Querfurche in, oder nahezu in der Mitte des Körpers. Meist mit, zuweilen aber auch ohne Hülle. Selten ist die Querfurche nicht ausgebildet, jedoch dann die Position, welche sie einnehmen würde, durch die Bauweise der Hülle angedeutet. Gestalt ziemlich verschieden.

Podolampas Stein 1883.

Synon. Parrocelia Gourret (38).

Taf. 55, Fig. 9 (Holzschn. Fig. 5, p. 931).

Gross. Gestalt birnförmig, langgestreckt bis kürzer; das verschmälerte Ende ist höchst wahrscheinlich das vordere. Dasselbe ist in eine mehr

oder weniger lange, geöffnete Apicalröhre ausgezogen. Keine vertiefte Quer- und Längsfurche vorhanden, doch ihre Lage durch die Art der Täfelung der Hülle angedeutet. Die dicke Hülle zeigt 5 grosse vordere und drei hintere Aequatorialtafeln. Apicaltafel scheint einfach zu sein, dagegen zwei ansehnliche Antapicaltafeln; jede derselben bei einer der Arten mit einem quergestellten, zahn- oder flügelförmigen Fortsatz zu der Seite der dicht am hinteren Pol gelegenen kleinen Geisselspalte. Bei der anderen Art sind diese Fortsätze dorsal von der Geisselspalte verwachsen und erinnern dann sehr an den Zahnfortsatz von Prorocentrum. Jeder der Fortsätze ist mit einer ansehnlichen Verdickungsrippe ausgestattet und von dem linken zieht eine Randleiste neben der Geisselspalte nach vorn. Breite Intercalarstreifen. Im lebenden Zustande nicht genauer untersucht.

Mittelmeer und Südsee. Zwei Arten.

Blepharocysta. Ehrenb. 1873. Stein (39).

Taf. 53, Fig. 2 (Holzschn. Fig. 4, p. 931).

Synon. Peridinium Ehrenb. (20).

Mittelgross. Gestalt kuglig bis längsellipsoidisch. Schliesst sich durch die Nichtvertiefung einer Quer- und Längsfurche an die vorhergehende Gattung nahe an, ebenso in der Bauweise der dicken Hülle. Vorderhälfte derselben wie bei Podolampas jedoch mit Andeutung von drei kleinen Apicaltäfelchen, zwischen denen die nicht röhrig verlängerte Apicalöffnung liegt. Hinterhälfte dadurch von Podolampas verschieden, dass ihr Pol von drei kleinen Antapicaltäfelchen geschlossen wird. Zu den Seiten der ganz hinten gelegenen Geisselspalte je eine kleine längsgerichtete flügelförmige Leiste. Intercalarstreifen breit. Chromatophoren vorhanden.

Marin. 1 Art. Wahrscheinlich Kosmopolit.

Diplopsalis Bergh 1882. Stein (39), Pouchet (48).

Synon. Glenodinium (lenticula) Pouchet (37).

Taf. 53, Fig. 2 (Holzschn. Fig. 3, p. 930).

Klein bis mittelgross. (Länge bis 0,04). Gestalt eine in der Hauptaxe verkürzte, nahezu linsenförmige Kugel. Quer- und Längsfurche deutlich. Die Querfurche in sich rücklaufend, nicht schraubig. Hülle mässig dick. Vorderhälfte gewöhnlich mit den 5 Aequatorial- und drei Apicaltafeln der vorhergehenden Gattung, die letzteren aber viel ansehnlicher, dazu aber noch eine ventrale, mediane sog. Rautenplatte (r), welche von dem Apex bis zur Querfurche reicht. Variationen in den Aequatorialtafeln jedoch beobachtet. Der Apex etwas röhrenförmig erhoben. Hinterhälfte mit 5 Aequatorial- und zwei grossen Antapicaltafeln. Geisselspalte wie bei Blepharocysta und auch die beiden Flügel der Ränder der Längsfurche, die hier bis zur Querfurche ziehen (Bergh). Nach Stein soll sich nur ein linker Flügel finden. Besondere Sculpturen der Hülle fehlen.

Ostsee und Mittelmeer. 1 Art.

Peridinium Ehrenberg 1832 (emend. Stein 1883); Claparède und Lachmann (21), Bergh (30), Klebs (36), Pouchet (37 u. 48), Gourret (38), Bütschli (46).

Synon. Vorticella (cincta) O. F. Müller (1); Glenodinium p. p. Ehrb. (5), Glenodinium Perty (12); Ceratophorus Dies. (Systema helminth.); Ceratium p. p. Claparède und Lachmann (21), ebenso Kent (32); Protoperidinium Bergh (30), ebenso Pouchet (37), Larve von Peridinium Gourret (38).

Taf. 52, Figg. 6—11 u. Taf. 53, Fig. 1. (Holzschn. Fig. 2, p. 928—29).

Klein bis ziemlich gross (L. bis 0,15). Gestalt kuglig bis eiförmig oder etwas länglich. Apex häufig in deutliches Röhrchen ausgezogen. Quer- und Längsfurche gut ausgeprägt, die erstere gewöhnlich schwach rechts schraubig, selten links schraubig oder kreisförmig. Die letztere mässig breit und nach hinten gewöhnlich wenig, selten ansehnlicher verbreitert. Die beiden Körperhälften gleich, bis die hintere beträchtlich verkürzt. Hinterhälfte der mässig dicken Hülle wie bei Diplopsalis gebaut, Vorderhälfte dagegen mit 7 Aequatorialplatten, der Rautenplatte, je zwei seitlichen Apicalplatten und dazwischen zwei hintereinander gereihten dorsalen, welche aber auch vereinigt sein können. Die zwei Antapicalplatten zuweilen mit je einem zahnartigen Fortsatz wie bei Podolampas oder auch an deren Stelle zwei hohle Hörner. Randleisten der Längsfurche wenig erhoben. Geisselspalte z. Th. noch weit hinten, z. Th. jedoch bis zur Querfurche gerückt, dann scheint sie jedoch stets langspaltförmig zu sein. Farblos, grün oder braun. Vermehrung im Ruhezustand. Bildung gehörnter Cysten zuweilen.

Süsswasser und Meer. Etwa 9 gesicherte Arten.

Goniodoma Stein 1883.

Synon. Peridinium Ehrb. (5); Peridinium polyedricum Pouchet (37).

Taf. 52, Fig. 5 (Holzschn. Fig. 1, p. 927).

Mittelgross. Im Allgemeinen kuglig, doch durch starke Ausprägung der Täfelung etwas polyedrisch. Die Hälften gleich. Querfurche fast kreisförmig, Längsfurche mässig breit. Die kleine ovale Geisselspalte bis zur Querfurche vorgerückt. Hülle dick mit breiten Intercalarstreifen. Vorderhälfte mit 7 Aequatorial- und 3 Apicalplatten, die jedoch anders orientirt sind wie bei Blepharocysta. Hinterhälfte mit 5 Aequatorialplatten und 3 ziemlich ansehnlichen Antapicalplatten. Apicalröhrchen, Randleisten oder Fortsätze nicht entwickelt; Poren sehr deutlich. Chromatophoren klein, zahlreich.

Ostsee und atlantischer Ocean. 1 Art.

Gonyaulax Diesing 1866, Stein (39).

Synon. Peridinium p. p. Claparède und Lachmann (21); Protoperidinium digitale und pyrophorum Pouchet (37), ? Protoceratium und ? Roulea Gourret (38).

Taf. 52, Fig. 3—4 (Holzschn. Fig. 7, p. 932).

Klein bis mittelgross. Gestalt kuglig-polyedrisch bis ellipsoidisch; die beiden Pole zuweilen stachelartig ausgezogen. Hälften gleich. Hülle mässig dick. Vorderhälfte nach Stein mit 5 Aequatorial- und drei Apicaltafeln (nach mir bei G. polyedra mit 6, resp. 4). Hinterhälfte mit

5 Aequatorialtafeln und einer Apicaltafel; links neben der Längsfurche noch eine eigenthümliche accessorische Tafel eingeschaltet. Längsfurche bis zum Apex nach vorn verlängert. Zwei zuweilen schwache Stachelfortsätze des Hinterendes. Hülle fein reticulirt oder gestachelt und die Tafeln zuweilen noch mit secundären Leisten verziert. Geisselspalte klein, oval, bis an die Querfurche vorgerückt. Chromatophoren klein, zahlreich.

Marin. 4 Arten. Wohl Kosmopolit.

Ceratium Schrank 1793 (Stein emend. 1883); Perty (12), Claparede und Lachmann p. p. (21), Carter (24), Bergh (30), Klebs (35), Pouchet (37 u. 48), Gourret (38), Blanc (45), Bütschli (46).

Synon. Cercaria p. p. und Bursaria p. p. O. F. Müller (1); Tripos u. Hirundinella Bory de Vincent (Encyclop. méthod. 1824); Cercaria Michaelis (4); Peridinium p. p. Ehrenberg (5 und f. f.); Diesing p. p. (23), Bailey (10 und 17); Ceratophorus p. p. Diesing (Systema Helminth.); Dimastigoaulax Diesing (23) und Kent (32); Glenodinium Diesing p. p. (23).

Taf. 53, Figg. 7—10 und Taf. 54, Figg. 1—2 (Holzschn. Fig. 8, p. 934).

Mittelgross bis gross (L. bis 0,4). Gestalt durch die Entwickelung ansehnlicher hornartiger Körperfortsätze eigenthümlich; im Allgemeinen von einer dorsoventral abgeplatteten Kugel sich ableitend. Körperhälften ziemlich gleich. Die Querfurche niedrig schraubig bis nahezu kreisförmig. Längsfurche meist stark verbreitert und beträchtlich auf die Vorderhälfte ausgedehnt, so dass sie einen sehr ansehnlichen Theil der Ventralfläche einnimmt. Hülle dick, reticulirt bis wellig gestreift und zuweilen schwach bestachelt; sehr deutlich porös. Vorderhälfte aus drei ansehnlichen Aequatorial- und drei (zuweilen auch mehr) Apicaltafeln gebildet; letztere setzen sich in ein langes Apicalhorn fort. Hinterhälfte aus drei Aequatorial- und einer Apicaltafel gebildet. Letztere ist stets in ein hinteres Horn verlängert, welches entweder gerade bis schwach schief nach hinten gerichtet ist oder sich nach links und vorn umbiegt. Rechte hintere Aequatorialtafel fast stets in ein ähnliches Horn ausgewachsen, das rudimentär bleiben oder ansehnlich lang werden kann und das nach hinten gerichtet ist oder sich nach rechts und vorn umbiegt. Auch die linke hintere Aequatorialplatte kann ein Horn bilden, das jedoch gewöhnlich klein bleibt, ebenso, sehr selten wie es scheint, die hintere Aequatorialplatte (Cer. quinquecorne nach Gourret). Es finden sich demnach 2, 3, 4 und 5hörnige Ceratien. Die sehr lange Geisselspalte zieht am linken Rande der Längsfurche (Bauchausschnitt) hin. Chromatophoren gewöhnlich zahlreich, grün- bis gelbbraun.

Süsswasser (Europa, N.-Amerika und S.-Asien) und Meer. Zahl der Arten sehr unsicher, da dieselben äusserst variabel sind. Gourret hat von Marseille nicht weniger wie 43 Arten und Varietäten beschrieben, doch dürften sich die zahlreichen Abänderungen auf höchstens 10 Formenkreise zurückführen lassen.

Amphidoma. Stein 1883.

Taf. 53, Fig. 4 (Holzschn. Fig. 6, p. 932).

Klein bis mittelgross. Gestalt doppelkegelförmig. Hälften nahezu

gleich oder die hintere etwas kleiner. Hülle der Vorderhälfte aus den 4 Aequatorialplatten und 3 sehr kleinen Apicalplatten wie bei Blepharocysta gebildet. Hintere Hälfte dagegen ähnlich wie bei Gonyaulax, nur scheint die accessorische Platte nicht scharf von der die Längsfurche auskleidenden Membran gesondert zu sein. Die Längsfurche nicht deutlich auf die Vorderhälfte ausgedehnt. Geisselspalte dicht bei der Querfurche. Lebend nicht beobachtet.

Atlantischer Ocean; 1 sichere Art.

Oxytoxum Stein 1883.

Synon. Pyrgidium Stein (39).

Taf. 53, Fig. 5—6.

Klein bis ziemlich gross. Langgestreckt doppelkegelig bis spindelförmig. Die beiden Hälften sehr ungleich; die vordere sehr verkürzt, z. Th. bis auf einen knopfförmigen Anhang reducirt (Stein orientirt die Formen umgekehrt und betrachtet die reducirte Hälfte als die hintere). Die Pole gewöhnlich zugespitzt und zuweilen stachelartig ausgezogen. Querfurche niedrig schraubig, recht breit und tief, so dass beide Hälften durch eine beträchtliche Einschnürung von einander geschieden sind. Längsfurche stark verkürzt (Pyrgidium Fig. 5) oder bis fast ganz reducirt (Fig. 6, Oxytoxum s. str.). Die kleine Geisselspalte daher stets dicht an der Querfurche. Hinterhälfte aus 4 ansehnlichen Aequatorialtafeln und einer sog. Mundtafel zusammengesetzt, letztere entspricht wohl der Längsfurchenmembran der Verwandten sammt der accessorischen Tafel des Gonyaulax. Bei dem sog. Pyrgidium bleibt diese Platte kürzer wie die Aequatorialplatten. Dazu noch eine einfache kleine Antapicaltafel. Vorderhälfte wahrscheinlich auch aus 5 (zuweilen auch 4) Tafeln und einer Apicaltafel gebildet. Doch zeigen die Apical- und Antapicaltafel zuweilen Spuren von Zusammensetzung. Oberfläche der Hülle zum Theil deutlich reticulirt und Poren wahrscheinlich nicht selten recht ansehnlich. Intercalarstreifen gewöhnlich nicht sehr ausgebildet. Lebend nicht beobachtet.

Marin; wahrscheinlich Kosmopolit. Stein unterscheidet 10 Arten.

Pyrophacus Stein 1883.

Taf. 54, Fig. 3.

Gross. Hauptaxe stark verkürzt, daher linsenförmig. Querfurche wohl ausgebildet; kreisförmig. Längsfurche kurz, hört weit vor dem Antapex auf. Geisselspalt an ihrem Hinterende, dehnt sich aber wahrscheinlich wie bei gewissen Peridinien und Ceratium spaltartig bis zur Querfurche aus. Hülle mässig dick. Vorderhälfte derselben aus bis 14 Aequatorial- und bis 7 Apicaltafeln gebildet, wozu sich noch eine etwas asymmetrisch gebogene, von der Querfurche bis zum Apex ziehende Tafel gesellt, die ohne Zweifel der Rautenplatte der Peridinien etc. entspricht. Hinterhälfte aus bis 14 Aequatorial- und bis 13 Antapicaltafeln gebildet. Braunes, centrales, strahliges Chromatophor.

Marin. 1 Art. Wahrscheinlich Kosmopolit.

Ptychodiscus. Stein 1883.

Taf. 54, Fig. 4.

Mittelgross. Schliesst sich nahe an Pyrophacus an, von welchem sie sich wesentlich dadurch unterscheidet, dass an der Hülle ausser der Rautenplatte keine Tafeln angedeutet sind und statt der Querfurche ein dünnhäutiges Band vorhanden ist, welches die grössere Vorderhälfte der Hülle mit der kleineren Hinterhälfte verbindet. Apicalöffnung und Geisselspalte etwas unsicher. Lebend nicht beobachtet.

Atlantischer Ocean. 1 Art.

Protoceratium Bergh 1882.

Synon. Peridinium p. p. (reticulatum) Claparède u. L. (21), Clathrocysta Stein (39).

Taf. 52, Fig. 2.

Klein, kuglig (Dm. ca. 0,035) zuweilen mit etwas röhrig erhobener Apicalöffnung. Querfurche niedrig schraubig, die Längsfurche ziemlich schmal und gleich breit, dehnt sich nicht auf die Vorderhälfte aus. Hälften gleich. Keine deutliche Täfelung der Hülle, dagegen Verzierung mit engeren oder weiteren reticulären Leisten. Gewöhnlich etwas bestachelt. Geisselspalt dicht an der Querfurche.

Marin. Zwei Arten. Wahrscheinlich Kosmopolit.

? Heterocapsa Stein 1883.

Taf. 52, Fig. 1.

Synon. Glenodinium p. p. (triquetra) Ehrenb. (5), Glenodinium p. p. (trochoideum) Stein (39), Klebs (44) und Pouchet (37).

Unsichere Gattung, die sich von der vorhergehenden und der folgenden nicht scharf trennen lässt. Allgemeine Bildung wie bei Clathrocysta, von welcher sie sich dadurch unterscheidet, dass gewöhnlich nur die Vorderhälfte mit deutlichen Verdickungsleisten geziert ist, die jedoch viel grössere, in zwei oder drei Cyklen angeordnete, polygonale Felder umgrenzen. Auf der Hinterhälfte sind nur einige Längsleisten bemerkbar.

Marin. Wahrscheinlich kosmopolitisch. Stein unterscheidet 4 Arten.

Glenodinium Ehrenberg (emend. Stein 1883); Bergh (30), Klebs (36 und 44), Bütschli (46), Pouchet p. p. (37), Daday (45a).

Synon. Peridinium Ehrenb. p. p., dto. Claparède u. L.; Peridinium und Ceratium p. p. Perty (12),

Taf. 51, Figg. 10—13.

Klein bis mittelgross (L. bis ca. 0,045). Allgemeine Bildung etwa wie bei Clathrocysta; nicht selten mit ziemlicher dorsoventraler Abplattung. Hülle sehr zart und structurlos. Farblos oder grün bis braun. Chromatophoren gewöhnlich klein und zahlreich.

Süsswasser und Meer. Artenzahl 5 bis 6.

Gymnodinium Stein 1878 und (39); Bergh (30), Kent (32), Klebs (36), Pouchet (37 u. 48), Gourret (38), Entz (40).

Synon. Peridinium Ehrenb. p. p. (5), do. Perty (12), Glenodinium Schmarda p. p. (16).

Taf. 51, Figg. 4—9.

Mittelgross bis klein (L. bis ca. 0,09). Allgemeine Bildung z. Th. ganz wie bei Glenodinium, doch ohne Hülle. Zuweilen aber auch ziem-

lich langgestreckt und die Pole zugespitzt. Auch dorsoventral manchmal ziemlich abgeplattet. Daran reihen sich Formen, bei welchen die Schraube der Querfurche steiler wird und eine bei welcher sie zwei Umgänge beschreibt. Geisselursprung gewöhnlich dicht bei der Querfurche, selten hinten in der Längsfurche. Mit oder ohne Chromatophoren und Ernährung zuweilen animalisch. Ectoplasma z. Th. kenntlich.

Süsswasser und Meer (Kochsalzteiche Ungarn's; Entz) Artenzahl 7 bis 8.

Wie aus obiger Beschreibung hervorgeht, sind die Charactere dieser Gattung ziemlich differente, ich halte es denn auch zur Zeit für fraglich, ob dieselbe eine natürliche ist oder ob sie nicht von verschiedenen Quellen ihren Ursprung genommen hat.

Hemidinium Stein 1878 und (39), Klebs (36).

Taf. 51, Fig. 3.

Klein. Wahrscheinlich nackt (Stein) oder doch (Klebs) mit äusserst zarter Hülle. Hauptcharacter besteht darin, dass nur die linke Hälfte der Querfurche ausgebildet ist. Gelb mit zahlreichen kleinen Chromatophoren. Nach Stein Aufnahme fester Nahrung sicher.

Süsswasser (Europa); eine Art.

? Cladopyxis Stein 1883.

Synon. Xanthidium Ehrenberg (Abh. d. Berliner Akad, a. d. J. 1836 u. 15).

Taf. 55, Fig. 10.

Lebend nicht untersucht; überhaupt unsicher, ob eine Dinoflagellate. Hülle etwa der eines Glenodinium ähnelnd, mit einer etwas vor der Mitte verlaufenden schmalen Zone, welche an die Querfurche erinnert, nach Stein's Schilderung aber dadurch entstehen soll, dass hier die vordere, kleinere und deckelartige Hälfte der Hülle über die hintere übergreife. Von einer Stelle dieser Bildung ziehen zwei Leisten, ursprünglich parallel, bald jedoch divergirend nach hinten, wodurch eine Art Längsfurche gebildet wird. Im vorderen Theil derselben findet sich eine rundliche Oeffnung, welche den Geisselspalt repräsentiren soll. Von beiden Hälften der Hülle erheben sich hohle, sehr ansehnlich auswachsende Stacheln, die sich bei weiterer Entwickelung an ihren Enden dichotomisch verzweigen.

Marin. 1 Art.

Obgleich die Bildung der allein bekannten Hülle nach der Darstellung Stein's in vielen Punkten an diejenige der Peridiniden erinnert, halte ich die Dinoflagellatennatur der Cladopyxis noch für zweifelhaft. In mancher Hinsicht nämlich (speciell durch ihre hohlen Stacheln) erinnert sie an gewisse Phäodarien; sie bedarf also entschieden weiterer Aufklärung. Wenn sich ihre Hierhergehörigkeit ergeben würde, so scheint mir die Errichtung einer besonderen Familie der Cladopyxiden, wie Stein will, unnöthig, da sie sich dann wohl den Peridiniden einreihen liesse.

Ceratocorys Stein 1883.

Synon. Dinophysis p. p. (Jourdani) Gourret (38).

Taf. 54, Fig. 5 (Holzschn. Fig. 9, p. 938).

Mittelgross bis gross. Hälften sehr ungleich. Wahrscheinlich die vordere stark reducirt (Stein fasst diese als die hintere auf, vergleiche hierüber p. 938). Querfurche kreisförmig mit sehr hoch ausgewachsenen Leisten. Die etwa hutförmige Hinterhälfte mit 4 ziemlich gleichen Aequatorialtafeln und einer schmalen ventralen Tafel. Dazu noch eine vierseitige Antapicaltafel (ap), deren Ecken in 4 hohle Stacheln aus-

gezogen sind. Ferner der ventrale Rand der linken ventralen und der dorsale Rand der linken dorsalen Aequatorialtafel in je einen Flügelstachel ausgezogen. Vorderhälfte aus entsprechend geordneten 4 Aequatorialtafeln (b') gebildet. Zwischen den beiden ventralen ein ziemlich schmales, etwas eingesenktes Band (lf), wahrscheinlich die Verlängerung der Längsfurche; darin ein Längsspalt, welcher sich vorn zu einer ovalen Oeffnung erweitert (gs).

Marin. Wahrscheinlich Kosmopolit. 1 Art.

Vergleiche über die Orientirung dieser Gattung das früher Bemerkte (p. 938). Wie schon dort angegeben, scheint es mir ziemlich sicher, dass dieselbe zwischen den Peridiniden und Dinophysiden vermittelt.

2. Familie Dinophysida Bergh und Stein.

Mit Ausnahme der in dieser Hinsicht etwas zweifelhaften Gattung Amphidinium stets mit Hülle, welche den primitiven Charakter der Prorocentrinen bewahrt hat, da sie aus zwei seitlichen Klappen, die sich leicht trennen, besteht. Die immer sehr gut entwickelte kreisförmige Querfurche stets beträchtlich vor der Mitte, so dass die Vorderhälfte mehr oder weniger, bis sehr bedeutend reducirt ist. Die Randleisten der Querfurche sind gewöhnlich sehr stark erhoben. Die Längsfurche wenig ausgebildet, dehnt sich nur selten etwas auf die Vorderhälfte aus und wird hauptsächlich dadurch bezeichnet, dass ihre Randleisten zu zwei längsgerichteten Flügelleisten ausgewachsen sind. Fast stets ist die linke Flügelleiste viel ansehnlicher entwickelt wie die rechte und gewöhnlich von drei, zuweilen aber auch mehr, in ziemlich gleichen Abständen aufeinanderfolgenden Verdickungsrippen durchzogen. Bei gewissen Formen, deren linke Flügelleiste ganz besonders entwickelt ist, findet sich eine Sonderung der letzteren in zwei hintereinander stehende Leisten. Die kleine, etwa ovale Geisselspalte liegt in geringer Entfernung hinter der Querfurche zwischen den erwähnten Leisten und setzt sich nach innen in ein kurzes Röhrchen fort. Im Alter können sich breite Intercalarstreifen entwickeln. Oberfläche der Hülle gewöhnlich sehr deutlich reticulirt und jedes Netzfeldchen mit einem Porus. Gelbe bis braune Chromatophoren wohl stets vorhanden. Fast ausschliesslich marin.

Phalacroma Stein 1883.

Synon. Larve von Peridinium divergens Gourret (38).

Taf. 55, Figg. 1 und 2.

Klein bis ziemlich gross. Gestalt etwa eiförmig bis umgekehrt kegelförmig. Die Verschiedenheit der beiden Körperhälften bleibt hier im ganzen gering, so dass die vordere wie ein gewölbter, selten flacher Deckel erscheint. Die Leisten der Querfurche horizontal abstehend und nicht stärker entwickelt wie bei den Peridiniden gewöhnlich. Flügelleisten der Längsfurche wenig bis gut entwickelt; linke mit den drei Rippen. Lebend nicht untersucht.

Marin; wohl Kosmopolit. 4 Arten.

Dinophysis Ehrenberg 1839; Claparède und L. (21), Bergh (30), Stein (39), Pouchet (37 u. 48), Gourret (38), Bütschli (46).

Taf. 54, Fig. 8 und Taf. 55, Fig. 3.

Klein bis mittel (L. bis ca. 0,08). Gestalt im Allgemeinen in seitlicher Ansicht eiförmig oder länglicher. Das Hinterende häufig etwas zugespitzt bis stachelartig ausgewachsen. Stark comprimirt. Schliesst sich nahe an die vorhergehende Gattung an, von der sie sich hauptsächlich dadurch unterscheidet, dass die Vorderhälfte sehr reducirt, die Leisten der Querfurche stärker entwickelt sind und schief nach vorn aufsteigen. Namentlich ist die vordere stark entwickelt und bildet einen sog. Kopftrichter. Flügelleisten ähnlich entwickelt wie bei Phalacroma.

Marin. Kosmopolit. Artunterscheidung schwierig; 8 bis 10 Species bekannt.

Amphisolenia Stein 1883.

Taf. 55, Fig. 4.

Gross bis sehr gross. Unterscheidet sich von Dinophysis durch ungemeine Längsstreckung des Körpers, welcher langspindel- bis nadelförmig geworden ist. Die beiden Flügelleisten (l und l') gut entwickelt und gleich, doch ohne Rippen. Zwischen ihren hinteren Enden liegt die Geisselspalte (gs). Hinterende kuglig angeschwollen oder flossenartig verbreitert. Hülle, wie es scheint, nahezu structurlos.

Südsee und atlantischer Ocean. 2 Arten.

Citharistes Stein 1883.

Taf. 55, Fig. 5.

Mittelgross; Gestalt von der Seite etwa beutelförmig. Aehnlich Dinophysis, von welcher Gattung sie sich hauptsächlich dadurch unterscheidet, dass die Rückseite einen tiefen, von der Seite gesehenen, halbkreisförmigen Ausschnitt besitzt, der von zwei längsverlaufenden Balken brückenartig überwölbt wird. Linke Flügelleiste sehr ansehnlich, reicht bis nahe an den hinteren Pol, mit 4 bis 5 Rippen. Lebend nicht untersucht.

Atlantischer Ocean und Südsee. 1 Art.

Histioneis Stein 1883.

Taf. 55, Fig. 6.

Mittel- bis ziemlich gross. Gestalt beutel- bis kahnförmig; die dorsoventrale Axe übertrifft gewöhnlich die Hauptaxe an Länge. Querfurche so stark verbreitert, dass die Vorderhälfte nahezu völlig reducirt ist und, da die Verbreiterung an der Dorsalseite stärker ist, gleichzeitig ventralwärts verschoben erscheint. Die vordere Randleiste der Querfurche zu einem abnorm hohen Kopftrichter ausgewachsen; auch die hintere Randleiste erhebt sich fast zu derselben Höhe und direct nach vorn. Sie ist in der Dorsallinie unterbrochen, also in zwei seitliche Flügel zerfallen. Ebenso ist die linke Flügelleiste der Längsfurche abnorm nach hinten ausgewachsen, so dass sie stets bis an den hinteren Pol reicht und

über diesen bis zur Körperlänge nach hinten vorspringen kann. Sie lässt die drei Rippen deutlich erkennen, zu welchen sich aber noch secundäre gesellen können. Gewöhnlich ist sie vor der zweiten Rippe unterbrochen, so dass sie in eine hintere und eine vordere Leiste gesondert ist. Rechte Flügelleiste fast völlig reducirt. Lebend nicht untersucht.

Südsee. Stein unterscheidet 5 Arten, die sich jedoch theilweise recht nahe stehen.

Ornithocercus Stein 1883.

Synon. Dinophysis p. p. Pouchet (37).

Taf. 55, Fig. 7.

Mittelgross bis gross. Körper im Allgemeinen beutelförmig, seitlich ziemlich comprimirt. Schliesst sich nahe an die vorhergehende Gattung an. Querfurche ähnlich wie bei dieser, doch nicht ganz so stark verbreitert, so dass die Basis des hohen, excentrischen Kopftrichters nicht so auffallend verengt ist. Auch die hintere Randleiste der Querfurche nahezu so hoch wie der Kopftrichter entwickelt und dorsal geschlossen. Die linke Flügelleiste der Längsfurche ist noch mächtiger entwickelt und greift über den hinteren Pol auf die Dorsalseite, bis nahe an die Querfurche, über. Sie enthält neben den Hauptrippen zahlreiche accessorische mit Netzverzweigungen. Rechte Randleiste ganz reducirt.

Marin. Kosmopolit. 1 Art.

Amphidinium Claparède und L. 1859; Spengel bei Bergh (35), Stein (39), Klebs (44), Daday (45a), Pouchet (48, non 37).

Taf. 54, Fig. 6—7.

Klein bis sehr klein. Gestalt etwa ei- bis nahezu kugelförmig, z. Th. stark dorsoventral abgeplattet. Vorderhälfte sehr klein, knopfförmig oder deckelartig. Längsfurche über die ganze Hinterhälfte ausgedehnt und, wie es scheint, erweiterungs- und verengerungsfähig. Wahrscheinlich nackt, nach Stein aber mit sehr dünner in der Längsfurche unterbrochener Hülle. — Braune bis grüne Chromatophoren von bandförmiger bis kürzerer Gestalt vorhanden, die sich gewöhnlich um einen centralen Amylonkörper strahlig gruppiren. Nucleus in der Hinterhälfte.

Marin, Süsswasser und Salzteiche (Ungarn). 2 Arten.

Die Gattung Amphidinium bietet hinsichtlich ihrer Beziehungen grosse Schwierigkeiten, da sie einerseits direct von Prorocentrinen, andererseits aber auch von peridinidenartigen Formen entstammen könnte. Ich halte daher ihre Stellung bei den Dinophysiden noch nicht für gesichert.

3. Familie Polydinida.

Unterscheiden sich von den übrigen Diniferen durch Anwesenheit mehrerer Querfurchen und demnach auch wohl sicher mehrerer Quergeisseln.

Polykrikos Bütschli 1873; Bergh (30), Pouchet (37 u. 48).

Synon. Turbellarienlarve, Ouljanin, Protokolle der Ks. Gesellschaft der Freunde der Naturwissenschaften zu Moskau. 1868 p. 61.

Taf. 55, Fig. 8.

Mässig gross, ohne Hülle. Gestalt länglich tönnchenförmig. Gewöhn-

lich mit acht niedrig schraubigen Querfurchen, die alle in eine gemeinsame Längsfurche, welche die gesammte Bauchseite überzieht, einmünden (zuweilen in Vorbereitung zur Theilung wahrscheinlich auch mit mehr Querfurchen).

Am Hinterende der Längsfurche eine hintere Geissel und in jeder Querfurche wohl sicher eine Quergeissel. Zuweilen eine zweite hintere Geissel vorhanden. 4 rundliche Nuclei in gleichen Abständen hintereinander; jedem derselben sind nach Bergh einige Nebenkerne angelagert. Nesselkapseln im äusseren Plasma. Nahrungsaufnahme und Vermehrung durch Quertheilung wohl sicher.

Nördliche europäische Meere und Mittelmeer. 1 bis 2 Arten.

D. Bemerkungen über die vermuthliche Phylogenese in der Reihe der Dinoflagellaten.

Wenn wir hier einem Gegenstande einen besonderen Abschnitt widmen, dessen Erörterung wegen unserer noch so lückenhaften Erfahrungen, wohl Manchem verfrüht erscheinen dürfte, so geschieht dies desshalb, weil Bergh (30) diese Frage eingehend besprochen hat und wir sie daher nicht gänzlich umgehen können. Es sind nur wenige Punkte, über welche eine Einigung der Meinungen unschwer zu erzielen sein wird, über diese hinaus erheben sich sofort bedenkliche Zweifel und wir scheitern bald an der Unbestimmtheit unserer Kenntnisse über Fragen, welche unbedingt der Erledigung bedürfen, bevor mit Ernst an eine einigermaassen sichere Begründung des Stammbaumes innerhalb unserer Gruppe gedacht werden kann.

Ueber den Ausgangspunkt der Gruppe sind wir mit Bergh und Stein einig, suchen ihn also in prorocentrinenartigen Formen, von welchen die heutigen Prorocentrinen einen Rest bilden. Hieraus folgt weiter, dass wir mit Bergh der Ansicht sind: es seien die nackten Formen der Diniferen nicht, wie Stein will, die ursprünglichsten, sondern wohl sicher von Umhüllten herzuleiten. Die Natürlichkeit dieses Schlusses folgt daraus, dass noch die ganze Familie der Dinophysiden einen Bau der Schalenhülle bewahrt hat, welcher mit dem der Prorocentrinen principiell übereinstimmt; da nun, wie wir gleich sehen werden, die Diniferen jedenfalls mit gemeinsamem Stamm aus prorocentrinenartigen Vorfahren entsprangen, so wäre schwer einzusehen, dass die Dinophysiden die zweiklappige Hülle der Prorocentrinen selbstständig erworben hätten, wenn die Diniferen etwa aus nackten Prorocentrinen, die ja wohl existirt haben könnten, hervorgegangen wären. Dass aber die Diniferen einen gemeinsamen Ursprung haben mussten, erweist das nie fehlende Merkmal derselben, die Querfurche. Es erschiene gezwungen, an deren selbstständige Entstehung in den beiden Familien zu denken. Sollen wir nun mit Bergh annehmen, dass aus den Prorocentrinen zunächst die Dinophysiden und aus letzteren die Peridiniden hervorgingen, oder

sollen wir Stein's Ansicht theilen, dass die Dinophysiden aus peridinienartigen Formen durch Verschiebung der Querfurche an das Vorderende entstanden? Ich glaube, wir können uns weder der einen, noch der anderen Ansicht anschliessen, sondern müssen uns zunächst die Entstehung einer Urform der Diniferen aus den Prorocentrinen denken, von welcher dann beide Familien entsprangen. Welchen Bau aber dürfen wir nun dieser Urdinifere geben? Wenn wir diese Frage überlegen, so stossen wir zunächst auf eine Schwierigkeit, welche in den phylogenetischen Speculationen von Bergh umgangen wurde und die nicht leicht, ja, wie ich glaube, zur Zeit überhaupt nicht bestimmt zu erledigen ist. Bekanntlich sind die beiden Geisseln der Prorocentrinen nach vorn gerichtet wie bei den meisten Flagellaten und es bewegen sich diese Wesen auch mit nach vorn gerichteten Geisseln. Anders verhalten sich, wie bekannt, die Diniferen gewöhnlich, deren Längsgeissel bei der Bewegung nach hinten gerichtet ist. Wie ist aber diese Richtung der Längsgeissel bei den Diniferen entstanden? Dies konnte in zweierlei Art geschehen sein, entweder in der Weise, dass die Längsgeissel wie die Schleppgeissel der Heteromastigoden nach hinten umgeschlagen wurde, oder so, dass sich bei den Diniferen überhaupt die gewöhnliche Bewegungsrichtung gegenüber den Prorocentrinen umkehrte, dass sich also die Diniferen mit dem dem Hinterende der Prorocentrinen entsprechenden Pol voran bewegen. Für die Möglichkeit einer solchen Umkehr haben wir ein interessantes Beispiel in der von uns zu den Cryptomonadinen gezogenen Gattung Oxyrrhis, und es erscheint wichtig, dass gerade in dieser Flagellatenfamilie ein solches Verhalten eintreten konnte. Bergh entschied sich nun für die erste Alternative, wenn er sich auch über die Rückwärtsrichtung der Längsgeissel nicht näher ausspricht. Er lässt also die Dinophysiden dadurch aus Prorocentrum hervorgehen, dass der Geisselspalt etwas auf der Rückseite (nach Bergh die Bauchseite) des Prorocentrum nach hinten verschoben wurde und der Stachelapparat, welcher dabei natürlich die gleiche Verschiebung erlitt, zu der Anlage der hinteren Randleiste der Querfurche und der Flügelleisten der Dinophysis wurde; die eigentliche Querfurche und deren vordere Randleiste sind demnach völlige Neubildungen.

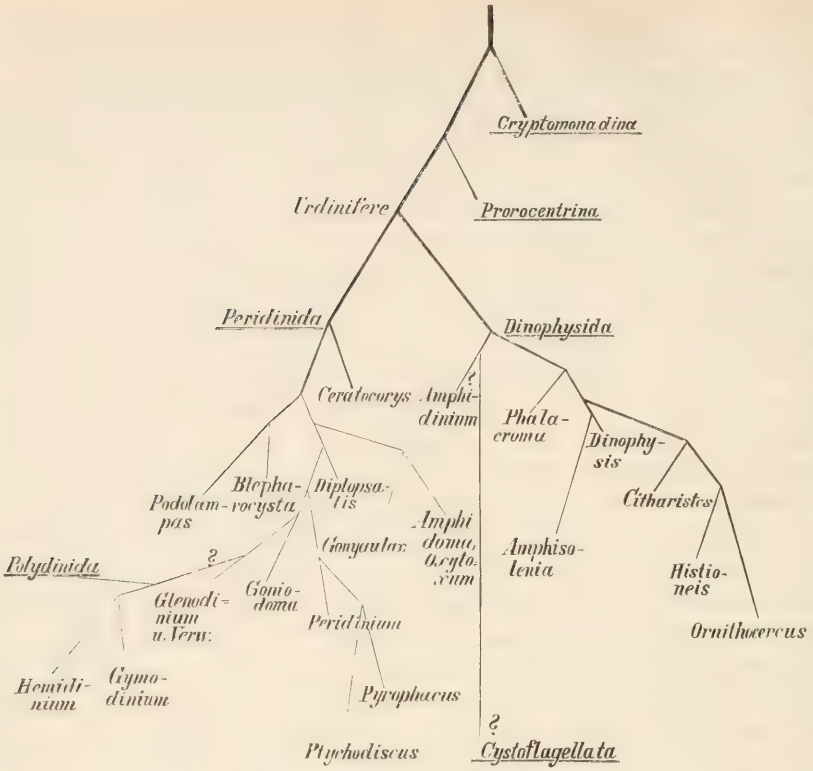
Wie ich schon in einer früheren Publikation (46) andeutete, neige ich mich der anderen Auffassung zu und halte es daher für wahrscheinlicher, dass wir die Diniferen mit ganz hinten gelegenem Geisselspalt, wie sie uns unter den Peridiniden in beträchtlicher Zahl begegnen, als die ursprünglicheren zu betrachten haben und dieselben nicht, wie Bergh will, durch die Annahme einer allmählichen Rückwärtsverschiebung des Geisselspaltes und der Querfurche erklären dürfen. Mich bestimmt hierzu die Möglichkeit, den Stachelapparat der Prorocentrinen bei dieser Annahme natürlicher, wie mir scheint, mit Einrichtungen der Diniferen in Zusammenhang zu bringen. Untersuchen wir auf diese Verhältnisse die Peridiniden mit am hinteren Pol gelegenem Geisselspalt, so

finden wir bei der Gattung Podolampas Stein eine Bildung, welche auffallend an den Stachelapparat von Prorocentrum erinnert. Bei Podolampas palmipes (T. 55, 9b) haben wir einen den Geisselspalt dorsal umgreifenden einfachen Stachel wie bei Prorocentrum; bei Podolampas bipes (55, 9a) dagegen ist er ein paariges Gebilde zu den Seiten des Geisselspaltes, doch wissen wir, dass der Stachelapparat auch bei gewissen Prorocentrumarten noch eine deutlich paarige Beschaffenheit zeigt, so dass wir wohl berechtigt sind, die unpaare Bildung von der paarigen abzuleiten. Seltsamer Weise entbehren die Gattungen Podolampas und die ganz nahe verwandte Blepharocysta auch der Querfurche; man könnte also versucht sein, hierin eine noch grössere Annäherung an die Prorocentrinen zu erblicken. Dies scheint mir aber sehr gewagt, denn die Zusammensetzung ihrer Schalenhülle reiht sie an die übrigen Peridiniden und ist viel complicirter wie bei den Dinophysiden und Prorocentrinen. Da nun die Dinophysiden die Ursprünglichkeit der Schalenhülle bewahrten und stets eine gut entwickelte Querfurche besitzen, so müssen wir der Urform der Diniferen schon die Querfurche zuschreiben und können daher deren Mangel bei den beiden Gattungen der Peridiniden nicht wohl anders als eine Rückbildung beurtheilen. Doch mag die Möglichkeit einer solchen Rückbildung bis zu gewissem Grad als Bestätigung für ihre Ursprünglichkeit dienen; die Formen, aus welchen sie entsprungen sind, mögen noch eine sehr wenig entwickelte Furche besessen haben. Da sich ferner bei Podolampas von dem hinteren Stachelapparat schon eine deutliche, wenn auch noch kurze linke Flügelleiste der Längsfurche entwickelt hat, bei Blepharocysta aber deren zwei (Bergh) unter Reduction der eigentlichen Stacheln, so lassen sich daraus leicht die Verhältnisse bei Diplopsalis und den übrigen Peridiniden ableiten und ebenso die Flügelleistenbildung der Dinophysiden.

Von der Urform der Diniferen können wir uns nach diesen Betrachtungen etwa die Vorstellung machen, dass sie mit zweiklappiger Schalenhülle versehen war, mit einem am hinteren Pol gelegenen Geisselspalt und zu dessen Seiten, resp. etwas mehr dorsal, mit zwei Stachelfortsätzen; dass sie ferner eine wahrscheinlich nur wenig ausgeprägte Längsfurche besass, welche von dem Geisselspalt eine kleine Strecke weit auf der Bauchseite nach vorn zog und hier mit einer wenig entwickelten Querfurche in Zusammenhang stand. Wahrscheinlich kam dieser Ausgangsform auch schon eine Apicalöffnung zu.

Die Dinophysiden entwickelten sich aus dieser Urdinifere durch allmähliche Verlagerung der Querfurche und des Geisselspaltes an das Vorderende. Für die Annahme einer Reduction des Vorderkörpers bei dieser Familie spricht auf das entschiedenste die in der Reihe derselben deutlich hervortretende Tendenz zu fortschreitender Rückbildung des Vorderkörpers. Bei den ohne Zweifel ursprünglichsten Formen (Phalacroma z. B.) finden wir die Vorderhälfte nur wenig kleiner wie bei manchen Peridiniden; bei den extremsten Formen dagegen schwin-

det der Vorderkörper schliesslich so zu sagen völlig. Die phylogenetische Entwicklung in der Reihe der Dinophysiden bietet in dieser Weise keine erheblichen Schwierigkeiten dar, zweifelhafter gestaltet sich dagegen ein solcher Versuch in der Familie der Peridiniden. Bergh beansprucht als deren Urform seine Gattung Protoperidinium, welche nach unserer Ansicht zu Peridinium im Sinne Stein's gehört. Peridinium ist nun eine Form mit so complicirter Schalenhülle, dass sie jedenfalls nicht direct aus der zweiklappigen Urform entstehen konnte, obgleich sich manche Peridinien in den beiden hinteren Stacheln der Podolampas einen recht ursprünglichen Besitz bewahrten. Wir müssen uns überhaupt zunächst fragen, wie die complicirte Zusammensetzung der Peridinienhülle aus der zweiklappigen Hülle der Urform entstanden sein kann. Es wird keiner Frage unterliegen, dass wir die einfachen Verhältnisse der Hülle bei Glenodinium und Verwandten nicht als die ursprünglichen zu beanspruchen haben, was sich wohl auch darin ausspricht, dass deren Geisselspalt weit vom Hinterende nach vorn verschoben ist. Ich glaube nun, dass sich eine gesicherte Rückführung der Hüllenverhältnisse der Peridiniden auf die der Urform, und damit auch die Vergleichung der Verhältnisse der Hüllen der Peridiniden untereinander, erst bewerkstelligen lassen wird, wenn ein genauer Einblick in die Theilungsverhältnisse erlangt ist, denn es scheint aller Grund zur Annahme vorzuliegen, dass die beiden Hälften, in welche die Hülle bei der Theilung (Ceratium) auseinandergeht, wohl auf die beiden ursprünglichen Klappen der Prorocentrinen und Dinophysiden zurückgeführt werden dürfen. Lässt sich dieser Standpunkt festhalten, so würde sich nach dem wenigen, was über die Theilung von Ceratium bis jetzt bekannt wurde, ergeben, dass die Apical- und Antapicaltafeln der Peridiniden in der Weise hervorgingen, dass die ersteren sich aus dem Vorderende der linken Klappe, die Antapicalplatten dagegen aus dem Hinterende der rechten Klappe differenzirten. Dann entwickelten sich wohl Zustände, wie sie bei Ceratocorys noch bestehen, wo die vorderen und hinteren Hälften jeder Klappe nur in zwei Aequatorialplatten gesondert erscheinen. Aus solchen Formen mögen sich dann diejenigen Peridiniden entwickelt haben, welche 5 Aequatorialtafeln in der Vorderhälfte und z. Th. auch der Hinterhälfte besitzen, wie Amphidoma, Oxytoxum und Diplopsalis. Es wäre verfrüht und würde den Aufwand an Worten nicht lohnen, wenn ich meine Ansichten über die Phylogenie in der Reihe der Peridiniden genauer darlegen wollte; ich beschränke mich daher darauf, denselben durch die Aufstellung eines graphischen Stammbaumes einen kurzen Ausdruck zu geben und bitte nur, denselben nicht für etwas anderes nehmen zu wollen, als was er sein kann, nämlich einen Ausdruck unserer sehr unvollkommenen Kenntnisse von dem Bau und den Verwandtschaftsverhältnissen der Dinoflagellaten.



Auch Gourret (38) hat sich in phylogenetischen Speculationen über die Dinoflagellaten ergangen, welche ich jedoch für durchaus unhaltbar und unbegründet erachten muss und die ich desshalb auch nur ganz kurz berühre. Er kann weder die Prorocentrinen als die ursprünglichsten Dinoflagellaten anerkennen, noch die Ableitbarkeit der Gruppe von den Flagellaten; dagegen stellt er die durch nichts begründete Hypothese auf, dass die Dinoflagellaten sich aus den Larven der Flagellaten entwickelt hätten, welche nach ihm mit einem vergänglichen Cilienkleide versehen sein sollen. Worauf sich diese seltsame, gewissermaassen als allgemein bekannt, hingestellte Thatsache gründen soll, wird leider nicht mitgetheilt. Durch einen sehr seltsamen und in keiner Weise annehmbaren Gedankengang gelangt er weiter zu der Vorstellung, dass die Ceratien die ursprünglichsten Dinoflagellaten seien, indem er in den Hörnern derselben Pseudopodien erkennen will, welche durch die Entwickelung einer Schalenhülle unbeweglich geworden seien und deren Vorhandensein einen sehr ursprünglichen Character dieser Gattung bilde. Aus letzterer lässt er dann alle übrigen Dinoflagellaten, auch die Prorocentrinen, entspringen; doch glauben wir nach dem Vorbemerkten auf das Nähere hierüber wohl verzichten zu können.

13. Physiologisch-Biologisches.

A. Ernährungsverhältnisse.

Die Ernährungsverhältnisse unserer Abtheilung scheinen ähnlich schwankende zu sein wie die der Flagellaten, doch dürfen wir nicht vergessen, dass diese Vorgänge noch nicht hinreichend studirt wurden. Ge-

sichert scheint einmal, dass die mit Chromatophoren versehenen Formen nie, oder doch höchstens ausnahmsweise, feste Nahrung aufnehmen, und demnach wie die entsprechenden Flagellaten in holophytischer Weise assimiliren. Alle vertrauenswerthen Beobachter versichern wenigstens, dass sie in solchen Formen nie feste Nahrungskörper fanden. Dem gegenüber will es nicht viel besagen, dass Gourret (38) im Plasma eines Ceratium Tripos ein etwas zweifelhaftes Algenbruchstück gefunden haben will und überhaupt versichert, dass der Bauchausschnitt der Ceratien als Mundöffnung functionire, da das Plasma hier frei liege, was ja thatsächlich unrichtig ist. Von einer Mundöffnung der Dinoflagellaten haben aber auch andere Beobachter häufig gesprochen, so bezeichnet Stein den Geisselspalt überall als eine solche, doch zeigen seine Abbildungen und der Text zweifellos, dass er nur bei zwei nackten Formen feste Nahrungspartikel im Körper beobachtete. Er betrachtete daher die Mundöffnung wie diejenige der Euglenen nur als Aufnahmestelle für flüssige Nahrung (28). Eine ähnliche Ansicht vertrat auch Bergh (30) für gewisse chromatophorenfreie Formen, bei welchen er die in der Nähe des Geisselspaltes gelegene Vacuole als Aufnahmeapparat flüssiger Nahrung auffasst. Wir dürfen aber für wahrscheinlich halten, dass diese saprophytischen Dinoflagellaten ebensowenig wie einzellige Pilze einer besonderen Oeffnung der Membran zur Aufsaugung bedürfen und erkennen die Bedeutung des Geisselspaltes wesentlich als Austrittsöffnung der Geisseln. Uebrigens findet sich ja auch die Vacuoleneinrichtung in gleicher Weise bei gefärbten Dinoflagellaten.

Nichtsdestoweniger scheint es einige nackte Formen zu geben, welche feste Nahrung aufnehmen wie Stein's und Bergh's Erfahrungen gelehrt haben. Bei dem sog. Gymnodinium Vorticella fand Stein nicht selten Chlamydomonadinen im Plasma (51; 7, N), welche doch nur als aufgenommene Nahrung beurtheilt werden können, und auch in Hemidinium nasutum versichert er, mehrfach grosse grüne Körper beobachtet zu haben. Dass er sie aber als „gefressene" bezeichnet, scheint über das thatsächlich Beobachtete hinauszugehen, wenn es auch wahrscheinlich sein mag. Mit grosser Bestimmtheit spricht sich auch Bergh über die Nahrungsaufnahme seines Gymnodinium gracile und spirale aus. In ersterem fand er Nahrungsballen, ähnlich denen der ciliaten Infusorien und im Plasma des letzteren beobachtete er „sehr häufig gefressene Organismen, Monaden u. A.". Noch bestimmter lauten die Angaben Kent's (32) über die räuberische Lebensweise seines sog. Gymnodinium marinum, welches Bodonen und andere Monaden mittels einer an der Insertion der Längsgeissel gelegenen Mundöffnung verschlingen soll, wobei letztere sich weit öffne. Er fügte auch eine Abbildung des Actes der Nahrungsaufnahme bei, welche aber die Sache wenig aufklärt. Ebenso versichert Entz (41), dass er sich bei Gymnodinium pulvisculus von der Existenz eines deutlichen Mundes und Schlundes überzeugt habe. Die betreffenden Organe sollen ganz wie die der Ciliate Urocentrum

Turbo gelagert sein, welche ja nach der Ansicht von Entz mit den Dinoflagellaten nahe verwandt wäre. Gegenüber diesen Angaben müssen wir besonders betonen, dass Bergh bei den erwähnten Gymnodinien eine Mundstelle nicht auffinden konnte. Ganz isolirt steht bis jetzt eine von Maupas*) leider nur kurz und gelegentlich geschilderte Beobachtung über die Nahrungsaufnahme einer kleinen marinen Peridinide von unbestimmter Natur. Dieselbe soll sich an grosse ciliate Infusorien anlegen und einen an die Tentakel der Acineten erinnernden Saugfaden in deren Leibessubstanz einsenken, mit dem sie das Infusor aussaugt. Maupas vergleicht diese Art der Nahrungsaufnahme auch mit der p. 698 geschilderten des Bodo caudatus.

Die ältesten Erfahrungen über Nahrungsaufnahme gymnodinienartiger Wesen rühren von Ehrenberg und Schmarda her; ersterer konnte sein Peridinium pulvisculus (fraglich ob identisch mit dem Stein'schen Glenodinium pulvisculus) mit Carmin füttern und letzterer fand in seinem Glenodinium roseolum ansehnliche grüne Körper, welche er als aufgenommene Microglenen deutete (vielleicht war auch diese Form, wie Stein vermuthet, ein Gymnodinium).

Schliesslich hätten wir noch der Gattung Polykrikos zu gedenken. Sowohl Bütschli wie Bergh glauben bei derselben Nahrungsballen im Plasma gefunden zu haben, ohne jedoch über die Art der Nahrungsaufnahme etwas ermitteln zu können.

Von Ausstossung unverdauter Nahrungsreste wurde bis jetzt nur einmal etwas gesehen; Bergh beobachtete nämlich bei Gymnodium spirale die Ausstossung körniger Massen am Vorderende und deutet den Vorgang in obigem Sinne.

Nach dem Mitgetheilten kann ich nicht zweifeln, dass bei gewissen Gymnodinien und Verwandten animalische Ernährungsweise vorkommt und es ist auch characteristisch, dass diesen Formen fast ausnahmslos die Chromatophoren fehlen; nur Hemidinium bildete eine Ausnahme, wenn Stein's Beobachtung über dessen Nahrungsaufnahme gerechtfertigt ist.

Sollte es sich nun in der Zukunft voll bewähren, dass die animalische Ernährungsweise den genannten Dinoflagellaten zukommt, so dürfte dies von erheblichem Interesse sein. Wie schon betont wurde, kann es nämlich kaum fraglich sein, dass die chromatophorenlosen und nackten Formen von gefärbten und beschalten abstammen, welche sich in holophytischer Art ernährten. Es spricht also Vieles dafür, dass die thierische Ernährungsweise in der Gruppe der Dinoflagellaten aus holophytischer, resp. unter Vermittelung saprophytischer, entstanden ist.

B. Häutungserscheinungen.

Es scheint sicher, dass bei nicht wenigen Dinoflagellaten die alte

*) Archives de Zoologie expér. Vol. IX. p. 365.

Schalenhülle zeitweilig verloren geht und eine neue gebildet wird. Fast alle hierüber gesammelten Erfahrungen beziehen sich übrigens auf Peridiniden, so dass es unsicher bleibt, ob die gleiche Erscheinung auch bei den Dinophysiden angetroffen wird. Auch ist die Sachlage noch keineswegs so aufgeklärt, um den Vorgang vollständig zu überschauen. Bei Exuviaella Lima scheint die Häutung nach den Erfahrungen Cienkowsky's recht häufig zu sein und sich besonders in alten Culturen bei demselben Individuum rasch hintereinander mehrere Male zu wiederholen. Dies Verhalten veranlasste sogar die Wahl des Gattungsnamens. Dabei fallen die beiden Klappen der Hülle auseinander und das Wesen tritt aus demselben schon mit einer neuen Hülle bekleidet hervor.

Claparède und Lachmann (21) waren es, die zuerst darauf hinwiesen, dass in Gesellschaft beschalter Peridiniden nicht selten auch nackte Individuen gefunden werden, welche, ihrer Bauweise nach, von den ersteren nicht specifisch unterscheidbar sind. Auch Stein will solchen nackten Individuen bei den Gattungen Gonyaulax, Goniodoma, Peridinium und Glenodinium begegnet sein (39). Ebenso fand Bergh nackte Individuen von Peridinium divergens, Diplopsalis, Glenodinium cinctum und Prorocentrum micans. Immerhin scheint es mir etwas unsicher, ob die als nackt beschriebenen Formen jeder Spur einer Hülle entbehrten oder nicht die noch zarte Anlage einer solchen aufwiesen. Klebs (44) wenigstens konnte sich von der Existenz nackter Individuen, als Entwickelungszustände der Umhüllten, nicht überzeugen und Stein sprach sich im I. Band seiner Flagellaten (28) auch etwas reservirt aus, indem er bei den „nackten" Formen von Peridinium tabulatum und Glenodinium von einem feinen Häutchen redet, welches er zwar als eine „Cuticularschicht" von der eigentlichen Schalenhülle zu unterscheiden suchte, eine Differenz, die in der Natur nicht begründet sein dürfte.

Solche Zustände nun können in doppelter Weise entstanden gedacht werden, entweder, indem eine freibewegliche gewöhnliche Form ihre Hülle abwirft, oder indem eine ruhende Form aus der Schalen- oder Cystenhülle austritt, bevor eine neue gebildet, oder doch einigermaassen ansehnlich entwickelt wurde. Der erstgenannte Fall wurde noch nicht direct beobachtet, der zweite dagegen gelegentlich wahrgenommen. So konnte Askenasy (46) beobachten, dass aus ruhenden, d. h. geisselosen Glenodinium cinctum der Körper austrat, indem die Schalenhülle an einer Stelle der Querfurche aufriss, der Körper sich aus der Oeffnung hervorzwängte und mit den Geisseln weiter bewegte. Stein konnte bei dieser Art, sowie Peridinium tabulatum den Austritt aus der Schalenhülle nicht direct beobachten und glaubt, dass derselbe im Laufe der Nacht oder früh am Morgen erfolge; er fand, dass sich der ruhende Körper, nach Verlust der Geisseln, in der Hülle stark kuglig contrahire und dann nach erneuter Ausbildung der Querfurche und der Geisseln wahrscheinlich die alte Schalenhülle abwerfe. Wie schon bemerkt, scheint aus seiner Darstellung hervorzugehen, dass die neue Hülle

schon vor dem Austritt als schwache Membran angelegt werde. Das Hervortreten des zusammengezogenen Körpers aus der zerfallenden Schalenhülle schilderte er weiterhin für Glenodinium foliaceum, Heterocapsa triquetra, Gonyaulax spinifera und Goniodoma; in den beiden letzten Fällen war der austretende Körper von einer schon ziemlich dicken und angeblich „weichen" (gallertartigen) Hülle bekleidet, die eine deutliche Querfurche besass. Geisseln werden an den austretenden Körpern nicht gezeichnet. Wenn es daher auch nicht unwahrscheinlich ist, dass letztere z. Th. wenigstens wieder zu beweglichen, gewöhnlichen Individuen heranwachsen mögen, so bleibt doch nicht ausgeschlossen, dass das Abstreifen der Schalenhülle z. Th. auch die Encystirung einleiten möge, wofür wir ja früher Beispiele kennen gelernt haben. Schon Claparède und Lachmann beobachteten das Abwerfen der Schalenhülle bei ruhenden Glenodinium cinctum und nahmen an, dass darauf Encystirung folge.

Bezüglich der vorhin erwähnten Gattung Gonyaulax habe ich noch an eine eigene Beobachtung zu erinnern. Bei zahllosen Individuen der Gonyaulax polyedra, welche ich im Auftrieb aus der Kieler Bucht sah, hatte sich der Körper stets stark von der Schalenhülle zurückgezogen und mit einer zarten, structurlosen Membran umkleidet (52, 3b; h). Die Schalenhülle zerfiel bei diesen, mit Geisseln versehenen Individuen sehr leicht in die Tafeln. Ich möchte vermuthen, dass es sich auch in diesem Fall um einen solchen Häutungsprocess handelte. Für die von Bergh (30) bei einer Reihe von Formen beschriebenen Ruhezustände (Peridinium tabulatum, divergens und pellucidum, Protoceratium, Dinophysis laevis und Prorocentrum) muss es zweifelhaft bleiben, ob sie beginnende Encystirungen oder Häutungen waren. Nur bei Peridinium tabulatum wird um den kuglig zusammengezogenen Weichkörper eine neugebildete homogene Membran erwähnt, bei den übrigen nur eine kuglige Zusammenziehung des Weichkörpers innerhalb der Schale angegeben.

Aus dem Angeführten ist zu ersehen, dass der Stand der Frage noch ein ziemlich unsicherer ist. Sollte sich bei weiterer Erforschung derselben wirklich ergeben, dass die Häutung eine regelmässige Erscheinung im Leben der Peridiniden und anderer Dinoflagellaten ist, so liesse sich mit Stein wohl daran denken, dass dieser Vorgang das Weiterwachsthum ermögliche, auch wenn die alte Schalenhülle demselben nicht mehr zu folgen im Stande ist.

In seiner zweiten Arbeit theilte auch Pouchet (48) eine Reihe von Erfahrungen über die Häutungserscheinungen der Peridiniden mit. Er hebt ihre Häufigkeit hervor, auch dass sie sich im Leben desselben Individiums in kurzen Fristen mehrfach wiederholen können (Glenodinium obliquum, Peridinium tabulatum etc.). Unter dem Begriff der Häutung fasst er jedoch auch diejenigen Theilungserscheinungen zusammen, wo die Theilsprösslinge in der alten Hulle entstehen und dieselbe später verlassen. Obgleich eine solche Betrachtungsweise nicht unnaturlich ist, durfte sie doch dem Sprachgebrauch nicht entsprechen. Die gehäuteten Individuen sollen entweder im nackten Zustand (z. B. Peridinium divergens) die alte Hülle verlassen oder nach Bildung einer neuen, hinsichtlich derer er aber zweifelt, ob sie zur definitiven wird. Sollte dies nicht der Fall sein, so zögen wir vor, den betreffenden Vorgang

unter die Encystirungsprocesse zu reihen und haben in dem betreffenden Abschnitt auch schon entsprechendes geschildert. Nicht unwichtig ist, dass Pouchet bei der Häutung der Peridiniden stets eine beträchtliche Condensirung des Plasmas beobachtete, dass also bei diesem Vorgange eine Verkleinerung eintritt. Sehr interessant ist ferner, dass die Häutung nicht selten durch eine Festheftung eingeleitet wird (Peridinium, Diplopsalis, Glenodinium). Letztere geschieht durch Excretion eines durchsichtigen Schleims, der gewöhnlich nur an einer beschränkten Stelle gebildet wird. Bei fortgesetzter Abscheidung solchen Schleims können sich die festgehefteten Individuen von der Unterlage allmählich erheben, von einem Schleimstiel getragen. Derartige Stielbildung wurde bei Peridinium und Diplopsalis beobachtet. Bei letzterer z. B. der interessente Fall, dass das festgeheftete Individium sich innerhalb der Hülle theilte, die beiden kugligen Sprösslinge hierauf aus der Hülle traten und je einen sehr langen Schleimstiel bildeten. Letztere zeigten eine Anzahl Verdickungsringe in ziemlich regulären Abständen, welche wahrscheinlich Pausen im Wachsthum der Stiele bedeuteten. Da jeder Sprössling mit einer ziemlich resistenten Hülle versehen war, so dürfte auch dieser Process nicht den eigentlichen Häutungen angehören, sondern den Ruhe- und Encystirungszuständen. Er erinnert interessanter Weise lebhaft an die Koloniebildung der Flagellatengattungen Colacium und Chlorangium (s. p. 769). Die Entwickelung von Schleimstielen erweckt unser Interesse aber auch durch die Erinnerung an die Desmidiaceen und Bacillariaceen, wo dieselbe Fähigkeit gleichfalls recht verbreitet ist. Pouchet glaubt übrigens, dass diese Schleimsecretion gewisser Dinoflagellaten einen krankhaften Zustand anzeige, welcher gewöhnlich zum Tode führe.

C. Verhalten der gefärbten Dinoflagellaten zum Licht und Lichtproduction.

Gegen Licht verhalten sich die gefärbten Dinoflagellaten analog den Flagellaten, doch fehlen eingehendere Untersuchungen darüber bis jetzt gänzlich, so dass speciellere Erörterungen unmöglich sind. Dagegen verdienen die Dinoflagellaten unser besonderes Interesse durch eine andere Beziehung zum Licht, da es für eine Anzahl mariner Formen ziemlich sicher ist, dass sie activ Licht produciren. Wir erfuhren schon in der Einleitung, dass Michaelis (4) zuerst auf die Lichtentwickelung einiger Dinoflagellaten aufmerksam machte und nachwies, dass das diffuse Meerleuchten des Kieler Hafens in der Hauptsache durch dieselben bewirkt werde. Seine Versuche mittels Filtration bewiesen einmal, dass es die in stark leuchtendem Wasser reichlich vorhandenen beweglichen Organismen sein müssen, welche das Leuchten bewirken, denn das filtrirte Wasser leuchtete nicht mehr, dagegen der auf dem Filter gebliebene schleimige Rückstand bis zur Austrocknung.

Bei genauerer Betrachtung zeigte sich ferner, dass die Lichtentwickelung von beweglichen kleinen Punkten ausging. Da es nun einigemale gelang, einen solchen Leuchtpunkt mittels eines Capillarröhrchens zu fangen und als eine Dinoflagellate zu erkennen (meiner Ansicht nach Peridinium divergens) und sich ferner einige andere Formen immer fanden, wenn das Wasser leuchtete (Ceratium Tripos und Fusus, Prorocentrum micans), so schien der Schluss gesichert, dass die marinen Dinoflagellaten Leuchtwesen sind.

Ehrenberg*) bestätigte diese Angaben von Michaelis durch eigene Untersuchungen, indem er die Leuchtpunkte aus Seewasser von Kiel

*) Abh. der Berliner Akademie a. d. J. 1834, p. 537.

mit der Spitze einer feinen Feder heraushob und isolirt unter das Mikroskop brachte. Mittels dieses Verfahrens will er sich überzeugt haben, dass Ceratium Tripos, Fusus und Furca, sowie Prorocentrum leuchten. Auch 1859 (und 1873) constatirte Ehrenberg das Leuchten gewisser Varietäten der genannten Ceratien und der Gattung Blepharocysta im Mittelmeer, liess dagegen das der gleichzeitig entdeckten Exuviaella Lima (gleich Cryptomonas Lima Ehr.) zweifelhaft.

Es scheint seltsam, dass gegen diese so sicher lautenden Mittheilungen von einigen Seiten Widerspruch erhoben wurde. So konnten sich Claparède und Lachmann (21) von dem Leuchten der Ceratien nicht überzeugen und Gourret (38) sprach sich in neuester Zeit mit grosser Bestimmtheit gegen das Leuchtvermögen der marinen Dinoflagellaten überhaupt aus, doch scheint mir seine Autorität gerade nicht besonders vertrauenerweckend. Ich schliesse mich daher um so lieber der Ansicht Stein's an, welcher den Angaben Michaelis' und Ehrenberg's im Allgemeinen durchaus beistimmt. Leider scheint aber auch er das Leuchten der Peridiniden der Kieler Bucht nicht direct festgestellt zu haben, doch bestätigt er, dass das Leuchten durchaus an die Gegenwart der Dinoflagellaten gebunden sei; ähnlich äusserte sich auch Pouchet (37). Noctiluca tritt bekanntlich im Kieler Hafen nur sehr selten auf und ist dann, wie es scheint, durch besondere Windverhältnisse aus der Nordsee zugeführt. Es ist bedauerlich, dass Bergh und Klebs dieser Frage keine Aufmerksamkeit zuwendeten. Nach allem Bemerkten zweifele ich nicht an der Richtigkeit der älteren Angaben und hoffe, dass diese Zeilen vielleicht Veranlassung geben werden, die nicht schwierige Frage definitiv zu erledigen.

Ueber das Leuchten von Süsswasserformen berichtete bis jetzt nur ein einziger Beobachter, Werneck (8). Derselbe will bei Salzburg angeblich Ceratium Furca, Peridinium Michaelis und ein sog. Peridinium lucina leuchtend gesehen haben (Vergl. über angebliches Vorkommen dieser beiden marinen Formen im süssen Wasser weiter unten p. 1024).

Was Michaelis in seiner Schrift weiter über die Art des Leuchtens und das Verhalten desselben unter dem Einfluss verschiedenartiger Agentien mittheilt, stimmt im Allgemeinen so wohl mit dem überein, was wir genauer und eingehender über das Leuchten der Noctiluca erfahren haben, dass ich eine Besprechung an dieser Stelle unterlassen zu dürfen glaube, indem eine ausführliche Darstellung des Leuchtens im Abschnitt über die Cystoflagellaten folgen wird.

D. Wohnortsverhältnisse der Dinoflagellaten.

Von den ca. 28 Gattungen der Dinoflagellaten ist nur eine einzige ausschliesslich im süssen Wasser gefunden worden (Hemidinium); von den übrigen besitzen 5 auch Vertreter im Süsswasser, der Rest von 22 Gattungen wurde bis jetzt nur marin beobachtet. Von den 90 bis 95 Arten finden sich nur 14 bis 15 im süssen Wasser, die übrigen sind marin.

Ueber das Vorkommen der Süsswasserformen ist wenig zu bemerken; dieselben scheinen sich am besten in ruhigen und nicht fauligen Tümpeln, Sümpfen und Teichen zu entwickeln. Besonderes Interesse verdient es, dass gewisse Formen mit Vorliebe ausgedehntere Gewässer, grössere Teiche oder Seen zu bevölkern scheinen und dann, wie ihre Ernährungsverhältnisse es bedingen, Mitglieder der pelagischen Fauna bilden. Durch die neueren Untersuchungen der pelagischen Fauna der nördlichen wie südlichen alpinen Seen wurde speciell Ceratium Hirundinella als eine solche Form erkannt. Die Untersuchungen von Imhof (42) (dessen Ceratium reticulatum ich mit Blanc nur für die zweihörnige Varietät des Ceratium Hirundinella halte), Pavesi*) und Blanc (45) erwiesen dies. Aber auch in Ostindien wurde dasselbe Ceratium in den Seen von Kumaon (Himalaya), 4- bis 6000 Fuss über dem Meeresspiegel, so massenhaft beobachtet, dass das Wasser von ihm braun gefärbt war. Wir besitzen darüber einen Bericht Carter's (24), welcher zwar an die specifische Verschiedenheit der indischen und der europäischen Form glaubte, doch war auch sie wohl nichts weiter wie die zweihörnige Varietät des Cer. Hirundinella. Sowohl Carter wie Blanc berichten, dass das Ceratium nicht direct an der Oberfläche, sondern in einiger Tiefe angetroffen werde, nach Carter in den indischen Seen hauptsächlich in 10 bis 12 Fuss Tiefe, nach Blanc im Genfer See am reichsten in 10 Meter Tiefe. Wahrscheinlich dürfte dies, sowie die Verschiedenheit in der Tiefe, mit der Intensität der Belichtung zusammenhängen.

Als Mitglieder der pelagischen Fauna der Alpenseen werden von Imhof noch aufgeführt Peridinium tabulatum und ein unbestimmtes Ceratium, von Blanc Glenodinium cinctum. Als ganz besonders merkwürdiges Vorkommen erwähnte endlich Maggi (31, a) das marine Ceratium Furca aus einigen italienischen Alpenseen. Abbildungen liegen aber nicht vor, welche entscheiden liessen, ob die Bestimmung richtig ist und ich glaube mit ziemlicher Sicherheit annehmen zu dürfen, dass auch dieses angebliche Ceratium Furca nur die zweihörnige Varietät von Hirundinella war. Das Gleiche möchte ich mit Stein für das von Cohn (11) in einem Graben Breslau's beobachtete Ceratium Furca festhalten; es erklärt sich diese Verwechselung um so leichter, da Ehrenberg Ceratium Hirundinella nicht kannte und dasselbe daher leicht für das in dem grossen Infusorienwerk abgebildete ähnliche Ceratium Furca gehalten werden konnte. Wir wollen an dieser Stelle gleich die weiteren Angaben über gelegentliches Vorkommen mariner Formen im süssen Wasser besprechen, welche stets ein gewisses Aufsehen erregten, ja Maggi sogar Veranlassung zu der Ableitung der Fauna der Binnenseen aus der des Meeres gaben. Diese Angaben scheinen aber nicht sicherer wie die erwähnten über das Ceratium Furca.

*) Altra serie di ricerche e studi sulla fauna pelag. d. laghi italiani. Padova. 1883.

Zunächst soll nach Claparède und Lachmann (21) das Ceratium Tripos von Pringsheim zu Berlin beobachtet worden sein, doch fehlt gleichfalls der genauere Nachweis und ich neige mich daher der Annahme zu, dass es sich ebenfalls um eine Verwechselung mit Ceratium Hirundinella handelte. Werneck (8) will sogar drei marine Formen zu Salzburg gefunden haben: Peridinium Michaelis, Ceratium Furca und Prorocentrum micans. Die Angabe über die zweite Form erklärt sich nach dem oben Bemerkten von selbst; hinsichtlich der zwei anderen wird es schwer sein, zu einer sicheren Entscheidung zu gelangen, so lange nicht die Originalabbildungen Werneck's zugänglich gemacht werden. Ich für meine Person hege keinen Zweifel, dass Werneck's Angaben auf irrthümlichen Deutungen beruhen, denn Niemand anders fand diese Formen im süssen Wasser. Endlich hätten wir noch anzuführen, dass Pouchet (37) das in süssem Wasser so verbreitete Glenodinium cinctum auch aus dem Mittelmeer beschrieb, doch ist seine Darstellung nicht genügend um die Richtigkeit der Bestimmung sicher beurtheilen zu können. Ich halte jedoch gerade diesen Fall für wohl möglich, da dieses Glenodinium auch von Entz in einem Salzteich Ungarns beobachtet wurde. Wir erkennen aus diesen Bemerkungen, dass die Angaben über das Vorkommen von Meeresformen im süssen Wasser auf sehr schwachen Füssen stehen, ja dass es recht wahrscheinlich ist, dass sie sämmtlich keine Begründung besitzen. Es liegt mir zwar ferne, das gleichzeitige Vorkommen einer und derselben Form an beiden Orten überhaupt bestreiten zu wollen, durch die augenblicklich bekannten Thatsachen lässt sich dasselbe aber gewiss nicht sicher beweisen.

Ihren grössten Reichthum entfalten aber die Dinoflagellaten, wie bekannt, im Meer, wo sie gleichfalls der pelagischen Fauna angehören und einen nicht unansehnlichen Theil derselben bilden. Genaueres über ihr Verhalten ist kaum bekannt, doch scheint aus den Beobachtungen der Challengerexpedition zu folgen*), dass sie wie Noctiluca ihre Hauptverbreitung längs der Küsten finden, im offenen Ocean dagegen nicht oder doch nur wenig entwickelt sind. Aus den Beobachtungen von Michaelis haben wir erfahren, dass der Reichthum des Kieler Hafens an Dinoflagellaten im Laufe des Sommers allmählich wächst und sein Maximum im Juli und August erreicht, doch fehlen dieselben auch in den Wintermonaten nicht gänzlich, das Leuchten des Seewassers wurde sogar unter der Eisdecke wahrgenommen.

Es ist natürlich, dass die pelagischen Dinoflagellaten des Meeres zahlreichen Thieren, welche eine ähnliche Lebensweise führen zur Nahrung dienen. Ihre widerstandsfähigen Schalenhüllen füllen desshalb oft in grosser Menge den Darm gewisser Seethiere. Stein hat hiervon grossen Vortheil gezogen und eine ansehnliche Zahl der von ihm entdeckten Formen stammt aus dem Darminhalt von Salpen, Ascidien, Glieder-

*) S. den Bericht von Murray in Proc. roy. soc. London, Bd 24, p. 533.

würmern und Comateln, welche Abtheilungen, namentlich aber die Salpen, besonders reich an Dinoflagellatenresten sind.

Interessant erscheint, dass Joseph (29) sein Peridinium stygium in der feuchten Erde einer Krainer Höhle gefunden hat; die beweglichen Zustände desselben dürften sich aber wohl nur in kleinen Wasserlachen entwickeln.

Eine Aeusserung über die geographische Verbreitung der Dinoflagellaten lassen unsere mangelhaften Erfahrungen bis jetzt noch nicht zu, doch wissen wir, dass gewisse marine wie Süsswasserformen in grösstmöglichen Entfernungen auf der Erdoberfläche vorkommen, wesshalb es wenig zweifelhaft erscheint, dass sich auch unsere Gruppe hinsichtlich der geographischen Verbreitung ähnlich wie die übrigen Protozoenabtheilungen verhalten wird.

Parasitische Dinoflagellaten sind bis jetzt nicht gefunden worden. Das, was Pouchet (47) neuerdings als eine parasitische, auf den Schwänzen gewisser Appendicularien befestigte Form beschrieb, kann nur als ein ruhender Zustand betrachtet werden, der hier Befestigung suchte, aber sicherlich nicht als wahrer Parasit lebt. Maggi (31 c) will aus einer Notiz bei Perty (12), welche die Beobachtung eines Gymnodinium fuscum in einer Planarie schildert, auf das parasitische Vorkommen dieser Dinoflagellate schliessen, doch fehlt hierzu jede Berechtigung.

Dass auch die Dinoflagellaten im süssen Wassers zuweilen reichlich genug auftreten, um eine deutliche Färbung des Wassers zu erzeugen, wurde mehrfach beobachtet. Die Färbung ist natürlich meist eine bräunliche. Dass unter Umständen auch rothe Färbungen vorkommen können, beweisen die Mittheilungen Carter's (19), der eine solche in den Seewassersümpfen an den Küsten von Bombay beobachtete, die von einem marinen Peridinium (sanguineum Cart.) erzeugt wurde. Derselbe Beobachter sucht es wahrscheinlich zu machen, dass Rothfärbungen der See, die zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten beobachtet wurden, auf der massenhaften Entwicklung von Dinoflagellaten beruhen können, doch lässt sich nach den vorliegenden Angaben darüber kaum etwas sicheres sagen.

E. Parasiten der Dinoflagellaten.

Es wurde schon früher gezeigt, dass wir die von Stein beschriebene Fortpflanzung der Dinoflagellaten durch innerlich auftretende Embryonen unter die parasitären Erscheinungen rechnen müssen. Die Gründe hierfür sind: dass wir einerseits die von Stein als Copulationen gedeuteten Zustände anders beurtheilen mussten, ferner die fast völlige Uebereinstimmung des Vorgangs (nach der Schilderung Stein's) mit der Entwicklung der vermeintlichen Embryonen der Flagellaten und schliesslich der Umstand, dass die Weiterentwickelung der angeblichen Keime zu zweifellosen Dinoflagellaten bis jetzt von Niemand erwiesen wurde. Das Thatsächliche, welches Stein feststellte, beschränkt sich auf Folgendes. Derselbe fand bei einer Anzahl Süsswasser- und Meeresformen (einigen Gymnodinien, Glenodinium pulvisculus, Heterocapsa triquetra, Exuviaella,

sowie Amphidinium operculatum) im Plasma eine oder zwei ziemlich lichte, „farblose oder bläulich weisse Kugeln", mit zarter Hülle, neben welchen er keinen Nucleus mehr beobachten konnte. Im Centrum dieser sog. „Keimkugeln" (51, 11c; K) fand sich stets ein helles Bläschen, das gewöhnlich auch ein dunkles Körperchen enthielt, ganz wie in den Keimkugeln der Flagellaten. Die Kugeln wachsen entschieden im Inneren der Dinoflagellaten heran, so dass sie endlich deren Körper zur Hälfte oder mehr erfüllen, wobei auch die Chromatophoren grossentheils zerstört zu werden scheinen. Schliesslich zerfällt ihr Plasma in zahlreiche kleine „Kügelchen", wobei jedoch das centrale Bläschen keine Veränderung erleidet. Der Austritt dieser Kügelchen oder Keime („Embryonen" nach Stein) wurde nicht beobachtet, dieselben konnten nur durch künstliche Sprengung der Dinoflagellate und der Keimkugel entleert werden; dann besassen sie noch keine Geisseln. Stein lässt diese Keimkugeln nun wie jene der Flagellaten aus den verschmolzenen Nuclei eines copulirten Paares hervorgehen; finden sich gleichzeitig zwei Keimkugeln vor, so sollen diese durch nachträgliche Theilung des copulirten Nucleus entstanden sein. Der Beweis für diese Entstehung der Keimkugeln wird aber vermisst.

Aus obiger Schilderung geht die grosse Analogie dieser Gebilde mit den bei den Flagellaten erwähnten deutlich hervor, so dass wir sie wie jene auffassen müssen, wenn auch die Entstehung der Keime nicht ganz wie bei den Flagellaten zu verlaufen scheint; doch zeigten sich schon bei diesen hierin Verschiedenheiten.

Klebs (36) hat zuerst die Bedeutung, welche Stein den Keimkugeln gab, angegriffen und hervorgehoben, dass bei Gymnodinium und Hemidinium wo er diese Einschlüsse vielfach beobachtet habe, der Zellkern stets vorhanden sei. Er schildert sie als „weissliche, stark lichtbrechende Körper", während Stein sie „als lichter wie der Nucleus" bezeichnet, also gewiss nicht stark lichtbrechend. Ich hege desshalb Zweifel, ob die von Klebs gesehenen Körper mit den Stein'schen Keimkugeln identisch waren. Klebs enthält sich für die genannten Formen übrigens eines Urtheils über ihre eigentliche Bedeutung. Der eben ausgesprochene Zweifel wird noch verstärkt durch die späteren Beobachtungen von Klebs (44) über Einschlüsse in marinen Ceratien, welche er gleichfalls den Keimkugeln an die Seite stellt, die aber ebenso von denselben verschieden sein dürften. Diese Körper sollen bei marinen Dinoflagellaten, besonders den Ceratien, nicht selten sein und sich in verschiedener Zahl neben dem Kern finden. Auch sie werden als stark lichtbrechend, anscheinend homogen und von sehr verschiedener Grösse und Form beschrieben. Sie lassen sich, wenn auch langsamer wie der Kern, färben, und Klebs nennt sie auch „kernartig." Aehnliche Körper hatte auch schon Pouchet (38) aus Ceratien beschrieben (bis zu drei und vier in einem Individuum) und darin häufig ein nucleolusartiges Gebilde gesehen.

Endlich konnte ich (46) in Ceratium Tripos und Fusus analoge Einschlüsse beobachten. Bei der ersteren Form besassen sie ein netziges Plasma und zuweilen ein centrales nucleolusartiges Gebilde; sie fanden sich nur in Einzahl neben dem Kern und waren entweder viel kleiner wie derselbe oder bis von Kerngrösse. Anders erschienen die des Cer. Fusus; ihre Masse war homogener, die Gestalt etwas länglich und jedem Ende ein stark gefärbter Nucleus eingelagert; war das Gebilde ansehnlich gross, so erschien der Kern des Ceratiums an Grösse sehr reducirt.

Ich halte alle diese Einschlüsse der Ceratien namentlich desshalb nicht für vergleichbar mit den Keimkugeln Stein's, weil ihnen das centrale Bläschen fehlt, das Stein bei letzteren stets deutlich abbildet.

Klebs fand nun, dass die von ihm bei den Ceratien beobachteten Einschlüsse öfters eine mittlere ringförmige Einschnürung besassen und beobachtete ein Cerat. Fusus, aus dessen Bauchausschnitt ein solcher Körper hervorragte, welcher sich nach einiger Zeit plötzlich losriss und mittels einer in der Querfurche befindlichen Geissel bewegte, jedoch bald zu Grunde ging. Die Aehnlichkeit des ausgetretenen Körpers mit einer Dinoflagellate ist auffallend und schwer anders zu deuten, als dass es sich um eine parasitische Dinoflagellate oder um einen Fortpflanzungsprocess des Ceratiums handle. Ich glaube auch, dass die von mir in Ceratium Fusus beobachteten Körper wohl mit diesen von Klebs gesehenen identisch waren.

Es bleibt demnach zur Zeit nichts anderes übrig, wie die Angelegenheit auf sich beruhen zu lassen und genauere Erfahrungen abzuwarten.

Wir wollen an dieser Stelle noch über die Entwicklung eines merkwürdigen grossen Körpers, welchen Bütschli in Ceratium Tripos aus dem Kieler Hafen beobachtete, berichten, da seine Natur gleichfalls noch zweifelhaft ist und derselbe möglicherweise auch als ein parasitisches Gebilde, eventuell sogar als identisch mit Stein's Keimkugeln betrachtet werden darf.

Wenn dieser Körper sich vorfand, so nahm er stets die Stelle des Kernes ein und übertraf auch in seinen Anfangsstadien den Kern nur wenig an Grösse (54, 1c). Ganz sicher konnte festgestellt werden, dass neben ihm kein Kern mehr vorhanden war. Der Körper färbte sich deutlich, wenn auch etwas schwächer wie der Kern und zeigte eine Structur, die sich mit der Nucleusstructur vergleichen liess, obgleich sie damit nicht identisch war. Er baute sich nämlich aus concentrisch angeordneten, dunkleren Fäden auf, welche varicöse Anschwellungen zeigten, zwischen denen sich noch feinere Verbindungsfädchen bemerken liessen. Mehr im Innern konnte eine netzige Structur wahrgenommen werden. Weitere Stadien zeigten nun deutlich, dass der Körper in den Ceratien allmählich heranwächst (1d) und schliesslich so gross wird, dass er deren eigentlichen Leib ganz erfüllt (1e). Er ist dann nur noch von einer sehr dünnen Plasmaschichte umgeben, nur in den Hörnern des Ceratiums fand sich

das Plasma noch reichlicher vor. Nun machte sich auch eine Veränderung an den Fäden des Körpers geltend; die Varicositäten derselben vergrösserten sich zu kleinen kernartigen Gebilden und die letztere verbindenden Fadentheile schwanden. Auf den entwickeltsten Stufen (1 e) liess sich schliesslich um jene kleinen kernartigen Gebilde die Andeutung von Zellgrenzen sicher beobachten. Eine netzige Masse im Innern des Körpers war auf diesen Endstadien der Entwicklung nicht mehr zu bemerken, vielmehr erschien derselbe jetzt blasenartig hohl. Hiermit fanden die Beobachtungen ihren Abschluss, namentlich wurde nichts von einem Austritt der kleinen Zellen wahrgenommen. Wie gesagt, lässt sich zur Zeit auch diese Beobachtung nicht mit Bestimmtheit deuten, speciell nicht entscheiden, ob es sich dabei um eine parasitäre Entwicklung oder um einen Fortpflanzungsprocess handelte. Ich neige mich mehr der ersteren Auffassung zu, und manches in dem Entwicklungsgang des fraglichen Körpers erinnert ja an die Keimkugeln Stein's, obgleich auch hier das centrale Bläschen der letzteren vermisst wurde.

14. Vorkommen im fossilen Zustand.

Nachdem wir schon in der historischen Einleitung auf Ehrenberg's Beobachtungen einiger fossiler Dinoflagellaten aufmerksam machten, erübrigt uns noch, diese Funde etwas näher zu erläutern.

Zu den 1836*) aus den Feuersteinen der Kreide von Delitzsch (Provinz Sachsen) beschriebenen Formen gesellte Ehrenberg in der Mikrogeologie, 1854, noch einige weitere, welche der Blätterkohle des Westerwalds, der sog. Steinkohle von Pottschappel und dem Hornstein des Coralrag von Krakau entstammen. Sämmtliche letzterwähnten Formen scheinen mir aber zu undeutlich erhalten oder abgebildet zu sein, um als zweifellose Dinoflagellaten beansprucht werden zu dürfen. Dagegen scheint dies für die als Peridinium pyrophorum aus den Feuersteinen von Delitzsch beschriebene Form ganz sicher und auch für das Peridinium delitiense vom gleichen Fundort recht wahrscheinlich. Das erstgenannte Fossil möchte ich weiter für ein sicheres Peridinium halten, nächstverwandt, wenn nicht gar identisch, mit Peridinium divergens, womit auch harmonirt, dass sich in diesem Feuerstein eine Textularia, also eine sicher marine Form fand. Wie schon bemerkt wurde, ist das sogen. Peridinium delitiense etwas weniger kenntlich, doch möchte ich seine Dinoflagellatennatur nicht ernstlich bezweifeln. Da Ehrenberg eine ziemlich grobe Reticulirung der Hülle zeichnet und bei einigen Exemplaren einen hornartigen Fortsatz in der Querfurchengegend, so liegt die Vermuthung nahe, dass diese Form der Gattung Ceratium angehöre, wenn sich dies auch auf Grund des Bekannten nicht bestimmt ermitteln lässt. In dem gleichen Feuerstein

*) Abhandl. der Berliner Akademie a. d. J. 1836. Die Abbildungen sind hier besser wie in der Mikrogeologie.

finden sich endlich sehr reichlich die sog. Xanthidien, von welchen Stein (39) zwei, das X. ramosum und furcatum für möglicherweise identisch mit seiner Cladopyxis brachiolata hält. Es könnte das wohl der Fall sein, doch ist die Natur der Cladopyxis selbst zu zweifelhaft, um bei der Betrachtung obiger Xanthidien länger zu verweilen*). Endlich hält es Stein auch für möglich, dass das Gebilde, welches Ehrenberg als Pyxidicula prisca von demselben Fundort beschrieb, mit der Exuviaella compressa Bailey (= Dinopyxis compressa Stein) identisch sei. Bei Vergleichung der Abbildungen Ehrenberg's kann ich aber keine genügenden Anhaltspuncte finden, welche eine solche Annahme rechtfertigten.

*) Vergl. über fossile Xanthidien aus den Feuersteinen der Kreide weiterhin die Arbeiten von White, H. H., in Transactions of the r. micr. soc. London Vol. I. p. 77 u. 87; Deane, H., ibid. Vol. II. p. 77; Wilkinson, S. J., ibid. Vol. II. p. 89; Reade, J. B., Ann. mag. nat. hist. Vol. 2. 1839. p. 191. Die eigentliche Natur dieser Gebilde, welche in zahlreichen Arten beschrieben wurden, scheint noch sehr fraglich, da namentlich auch ihre Rückführung auf Desmidiaceen ziemliche Schwierigkeiten bietet. Es ist ferner wahrscheinlich genug, dass sich unter den Xanthidien der Feuersteine verschiedenartige Organismen oder deren Erzeugnisse verbergen.

IV. Unterabtheilung (Ordnung) **Cystoflagellata** Häckel.

(Noctilucidae Autor.).

1. Uebersicht der historischen Entwicklung unserer Kenntnisse der Cystoflagellata.

Schon seit alter Zeit hat das prachtvolle Schauspiel des allgemeinen Meerleuchtens das Interesse der Menschen, namentlich des grübelnden und forschenden Theils derselben, in Anspruch genommen. Es muss daher eher wunderbar erscheinen, dass das kleine Protozoon, welches wenigstens im Bereich der Küsten die Ursache dieser Erscheinung ist, erst verhältnissmässig spät bekannt wurde. Mit einiger Sicherheit lässt sich nämlich die erste Beobachtung der Noctiluca etwas vor die Mitte des vorigen Jahrhunderts (1742) zurück datiren. Ich halte es nicht für zweifelhaft, dass die von J. Sparshall beobachteten leuchtenden Meeresthierchen echte Noctilucen waren. Was uns Baker (1) über diese Beobachtung Sparshall's berichtet, lässt mich vermuthen, dass dieser erste Beobachter sogar schon den sog. Tentakel wahrnahm. Seine Bemerkungen über die Ansammlung der Organismen an der Wasseroberfläche, sowie ihr Aufleuchten bei Erschütterungen, dürften unsere Deutung energisch unterstützen*).

Rigault's Beobachtungen über das Meerleuchten (1768; 2) ergaben bei weitem nicht ein so bestimmtes Resultat. Obgleich auch er das Leuchten auf eine Unmasse kleiner leuchtender Thierchen (Insecten) zurückzuführen sucht, lässt sich aus seiner Mittheilung doch nicht entnehmen, ob er die Noctiluca wirklich genauer erkannte. Dagegen experimentirte er über den Einfluss von Säuren und Alkalien auf das Leuchten und gründete auch hauptsächlich auf die Resultate dieser Versuche seine Ansicht.

Um so besser beobachtete dagegen der Holländer Slabber (3) in demselben Jahre 1768 unser Thier, das er als eine Medusa beschrieb und sehr gut abbildete. Sowohl die allgemeine Gestalt, wie die strahlige Ausbreitung der Plasmafäden des Innern stellte er schon recht gut dar, dagegen erwähnte er den Tentakel nicht, wohl aber den Mund, den er an der richtigen Stelle angibt; auch die Nahrungsaufnahmen scheint er schon beobachtet zu haben. Als ein besonderer Zufall ist hervorzuheben,

*) Ich musste dies etwas betonen, da Ehrenberg (10) die von Sparshall beobachteten Thiere auf Vorticellen zurückführen wollte.

dass Slabber das Leuchtvermögen unseres Wesens nicht bemerkte, wesshalb wohl die Identität des von ihm beschriebenen Organismus mit dem gewöhnlichsten Leuchtthier des Meeres verhältnissmässig lange verborgen blieb. Oken (Lehrb. d. Naturgesch. Zool. I. p. 828) errichtete 1815 für das von Slabber geschilderte Thier eine Gattung Slabberia unter den Quallen.

Geringe Bedeutung besitzen die Angaben Newland's, der ein unter den Tropen beobachtetes Meerleuchten auf Fischlaich oder Animalcula zurückführte jedoch keine genauere Beschreibung derselben gab (1772; 4).

Um so sicherer lässt sich dagegen das prachtvolle Meeresleuchten, welches J. R. und Georg Forster (6) auf ihrer Weltumsegelung am Cap der guten Hoffnung beobachteten, auf Noctiluca beziehen. Dass die von ihnen als Ursache des Leuchtens erkannten und kurz beschriebenen Thierchen echte Noctilucen waren, beweist die Abbildung, welche zwar erst im Jahre 1810 von Macartnay (7) publicirt wurde.

Die erste scharfe Darstellung des Tentakels finden wir in der Schrift des Abbé Dicquemare (1775, 5), welcher das Meerleuchten zu Havre anhaltend untersuchte. Er beobachtete (1778) eine solche Menge der Leuchtthierchen an der Meeresoberfläche, dass dieselbe mit einer dicken öligen Schicht überzogen schien. Durch Filtriren führt er den Nachweis, dass das Wasser selbst nicht leuchte*).

Zwei Abbildungen Bruguière's in der Encyclopédie méthodique (Tableau encyclopéd. cont. l'Helminthologie, ou les vers infusoires etc. 1791, Pl. 89, Fig. 2 u. 3) beziehen sich ohne jeden Zweifel auf Noctiluca. Sie wurden hier mit den von Forskål unter dem Namen Gleba beschriebenen Organismen (im wesentlichen Schwimmglocken von Hippopodius) zusammengestellt. Eine Beschreibung scheint nicht publicirt worden zu sein**).

Im Jahre 1810 veröffentlichte Macartnay (7) eine ausgedehntere Untersuchung über das Meerleuchten, als dessen allgemeinste und verbreitetste Ursache er gleichfalls unsere Noctiluca erkannte. Auch die Angaben früherer Beobachter über das Meerleuchten suchte er z. Th. auf dieses, von ihm Medusa scintillans genannte Wesen zu beziehen. Seine eigenen Untersuchungen über die Organisation der Noctiluca sind jedoch recht dürftig und erreichen kaum die seiner Vorgänger, so fand er z. B. den Tentakel nicht.

Beträchtlichere Fortschritte in der Erkenntniss des Baues machte dagegen in demselben Jahre der Arzt Suriray in Havre, welcher seine erst im Jahre 1836 publicirte Abhandlung schon 1811 der Pariser Akademie

*) Es würde zu weit führen, alle Angaben von Reisenden und Seefahrern über das Leuchten des Meeres, welche sich eventuell auf Noctiluca beziehen lassen, hier zu verzeichnen; wer sich für eine ausführliche Zusammenstellung hierüber interessirt, findet dieselbe bei Ehrenberg (10).

*) Nachträglich komme ich auf die Vermuthung, dass diese Abbildungen Bruguière's wahrscheinlich nur Copien der Slabber'schen Figuren sein dürften; ich bin leider ausser Stand diese Vermuthung zu prüfen, da mir das Werk Slabber's nicht mehr zur Disposition steht.

vorlegte, die sie jedoch, wie es scheint, des Druckes nicht würdigte. Seine Abbildungen übertreffen die der Vorgänger entschieden. An dem gut dargestellten Tentakel tritt die Querstreifung schon deutlich hervor; der Mund wird in seiner Lage richtig angegeben und auch eine Art Oesophagus beschrieben, welcher wohl sicher das sog. Peristom (oder Atrium) war. Derselbe sollte in eine Magenhöhle führen, von der eine Anzahl Gefässe ausstrahlten, ein Theil der strahligen Plasmafortsätze; einen anderen Theil derselben verlegte er als Nerven in die äussere Haut und deutete sie z. Th. auch als ein verästeltes Ovarium. Zu letzterer Meinung verleitete ihn wohl die irrige Auffassung der Nahrungsvacuolen, sammt ihrem Inhalt, als Eier. Im Allgemeinen ist jedoch die Beschreibung welche er vom Bau der Noctiluca milaris (die ihm ihren Namen verdankt) entwirft, etwas knapp und verräth seine Unsicherheit in der Deutung des Gesehenen vielfach. Hinsichtlich der zoologischen Stellung des Wesens sprach er sich nicht eingehender aus, bezeichnete es jedoch als Polyp. Von den früheren Erfahrungen über Noctiluca kannte Suriray so gut wie nichts.

Lamarck nahm 1816*) die ihm durch Suriray's noch ungedruckte Schrift bekannt gewordene Noctiluca neben Beroë in sein System auf; hierin folgte ihm Blainville 1825 (9); 1833 dagegen zog letzterer sie mit Zweifel zu den Diphyiden. Bei Blainville (1825) finde ich jedoch auch die interessante Notiz, dass Bose Noctiluca für eine Monade erklärt hat.

Auch Ehrenberg, der sich 1834 (10) eingehend mit der Geschichte der Frage vom Leuchten der Thiere beschäftigte und dabei auch das Noctiluca betreffende Material aufs genaueste zusammenstellte, hielt unser Thier für eine Verwandte der Medusen. Er deutete die Plasmafäden gleichfalls als Ernährungskanäle, die strahlig geordnet seien wie jene der Medusen. Den Tentakel bezeichnete er als Rüssel, und findet interessanter Weise eine Analogie in seiner Wirkungsweise mit dem sogen. Monadenrüssel. Auch ein Ovarium glaubte er im Innern des Körpers beobachtet zu haben.

Seit jenen Arbeiten Suriray's und Ehrenberg's ist die Noctiluca miliaris in ihrer Bedeutung als Ursache des allgemeinen Meerleuchtens einstimmig anerkannt worden, so dass wir in der Fortsetzung unserer historischen Uebersicht wesentlich die Fortschritte in der Erforschung ihres Baues und Lebens zu besprechen haben.

Nachträglich sei noch bemerkt, dass auch L. Woodward (8) im Jahre 1831 eine ziemlich gute Abbildung mittheilte und den Tentakel für eine Röhre erklärte, eine Ansicht, welche schon Suriray angeregt hatte, da er im Tentakel die Andeutung eines Kanals beobachtet haben wollte.

Erst im Jahre 1846 traten neue Untersuchungen hervor, die zu werthvollen Ergebnissen hinsichtlich der allgemeinen zoologischen Stellung der Noctiluca führten. Zunächst sind hier die wichtigen Beobachtungen

*) Anim. sans vertebres T. II, p. 470.

Verhaeghe's zu erwähnen, dessen Arbeit erst 1848 veröffentlicht, jedoch schon 1846 durch einen Bericht von P. van Beneden bekannt wurde. Verhaeghe's (14) Beobachtungen sind sehr gut, wie sich aus seinen trefflichen Abbildungen ergibt; nicht auf gleicher Höhe dagegen stehen die Deutungen des Wahrgenommenen. So beobachtete er zuerst den Kern, erkannte zuerst die abgeplattete Gestalt des Tentakels und bildete das sogen. Staborgan sehr kenntlich ab. In seiner Gesammtauffassung des Organismus blieb er jedoch noch gänzlich im Banne der früheren Anschauungen. Auch ihm galten die Plasmafortsätze noch als Gefässe und die Nahrungsvacuolen als verdauende Erweiterungen derselben. Zu einer bestimmten Ansicht über die zoologische Stellung gelangte er daher nicht, sondern fragt zweifelnd, wohin unter den Coelenteraten diese Form wohl zu bringen sei.

Dagegen eröffneten die gleichfalls im Jahre 1846 publicirten Untersuchungen Doyère's (13) einen neuen Gesichtspunkt in der Beurtheilung der Noctiluca, indem sie auf ihre Zugehörigkeit zu den Dujardin'schen Sarkodethieren deutlich hinwiesen. Doyère ermittelte zuerst richtig, dass die innere Leibesmasse eine in ihrer Gestalt und Anordnung veränderliche Sarkodemasse sei, welche er der Dujardin'schen Sarkode auch in ihren Bewegungen sehr richtig verglich. Die sog. „Magen" seien nichts weiter wie in der Sarkode auftretende Vacuolen, welche die Nahrung einschlössen. Die einzigen beständigen Theile des Noctilucakörpers bildeten die Hülle, der als Rüssel bezeichnete Tentakel, welcher ein Erzeugniss der Hülle sei, und die Mundöffnung. Ueber die systematische Stellung der Noctiluca, auf Grund dieser neuen Anschauungsweise, sprach sich Doyère nicht weiter aus, dennoch müssen wir seine Arbeit als den ersten Schritt zur Erlösung der Noctiluca aus ihrer unnatürlichen Verbindung mit den Coelenteraten und zur Erkenntniss ihrer Protozoënnatur bezeichnen. Noch entschiedener erhob sich ebenfalls im Jahre 1846 P. van Beneden (12) für diese Auffassung; in seinem Bericht über Verhaeghe's Untersuchung sprach er seine eigene Ansicht über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Noctiluca aus und glaubte dieselbe als eine „nackte Foraminifere oder Rhizopode" betrachten zu dürfen, welche an die Spitze der Dujardin'schen Rhizopoden zu stellen sei. Mit dieser Ansicht contrastirt zwar die wenige Zeilen später sich findende Bemerkung, dass die Noctiluca eine „regelmässige Schale" besitze, in merkwürdiger Weise. Immerhin war jetzt der richtige Weg zur weiteren Beurtheilung der Noctiluca eröffnet.

Bald wurden denn auch die Untersuchungen von Quatrefages fortgesetzt; bevor wir jedoch dessen Forschungen betrachten, sei erwähnt, dass im Jahre 1849 auch die merkwürdigste physiologische Leistung der Noctiluca, ihr Leuchtvermögen, durch Pring (15) der experimentellen Beobachtung unterzogen wurde. Zwar hatten schon die älteren Beobachter mancherlei hierüber mitgetheilt, auch gelegentlich einige Experimente über die Beeinflussung des Leuchtens durch verschiedene Agentien ange-

stellt; doch dürfen wir mit Recht die erste systematische Bearbeitung dieses Gegenstandes Pring zuschreiben. Derselbe studirte die Wirkung verschiedener chemischer Agentien auf das Leuchtvermögen, ebenso die der Electricität und seine Erfahrungen sollen später an geeigneter Stelle im Zusammenhang mit den neueren Beobachtungen besprochen werden. Wenn er auch durch seine Experimente nicht zu einer Erklärung des Leuchtens gelangen konnte, so glaubte er doch wenigstens die Thatsache mit Sicherheit festzustellen, dass das Leuchten unseres Thieres nicht unter die Kategorie der Verbrennungserscheinungen zu rechnen sei, ein Resultat, welches zu einer Zeit, wo die Selbstverbrennung thierischer Körper noch in manchen Köpfen spukte, von Bedeutung erschien.

Die von Doyère und van Beneden angebahnte Erforschung der Organisation wurde, wie erwähnt, von A. de Quatrefages fortgesetzt, dessen Arbeiten (16 und 17) wesentlich zur Befestigung der Ansicht über die Sarkodenatur der verzweigten inneren Leibesmasse beitrugen. Er schloss sich daher auch der Beneden'schen Ansicht von der Stellung der Noctilucen bei den Rhizopoden an. — So werthvoll diese Untersuchungen auch in vieler Hinsicht für die Sicherung der Protozoënnatur der Noctiluca erscheinen, so führten sie doch nicht zu wesentlichen Erweiterungen unserer Kenntnisse von dem Bau dieser Thiere. Dagegen suchte Quatrefages zuerst dieuVermehrung durch Theilung wahrscheinlich zu machen. In ähnlicher Weise wie Pring experimentirte er ferner über das Leuchtvermögen, ohne jedoch hierbei namhaft über seinen Vorgänger hinauszukommen.

Eine wichtige Vermehrung erfuhr dagegen unser Wissen durch zwei deutsche Forscher in den Jahren 1851 und 52. Busch's (18) Beobachtungen vertieften zwar nicht wesentlich unsere Kenntnisse von der Organisation der Noctiluca, welcher er eigenthümlicher Weise eine scheibenförmige Gestalt zuschrieb und deren wohl beobachtetes Staborgan er ins Innere verlegte; dagegen bezeichnete er zuerst den Tentakel als eine Geissel. Wichtig ist ferner die Beobachtung eines sogenannten Doppelmonstrums der Noctiluca, obgleich dessen Bedeutung sich heutzutage nicht mehr sicher aufklären lässt. Weiterhin sah er zuerst Stadien der Knospung, hielt dieselben jedoch nicht für Noctiluca angehörig und glaubte schliesslich noch eine Fortpflanzung durch innere Keimen beobachtet zu haben. Wenn er auch in der Deutung der Thatsachen, welche dieser angeblichen Fortpflanzung zu Grunde lagen, irrte, so wurde er dadurch doch zum ersten Beobachter der interessanten und bis jetzt noch nicht hinreichend verstandenen Regenerationserscheinungen im Leben unserer Protozoë.

Krohn (19) bereicherte unsere Erfahrung sehr wesentlich durch den Nachweis der sogen. Cilie, deren Lage er richtig angab, obgleich er die Mundöffnung irrig darstellte. Gegenüber Quatrefages verbesserte er die Kenntniss des Tentakels und betonte namentlich zuerst scharf und be-

stimmt die Existenz des Kernes, welchen er den Kernen der Infusorien und Amöben verglich. Als Fortpflanzung konstatirte er nur Theilung. Der Bau der Noctiluca erinnerte ihn schliesslich sehr an das von Kölliker beschriebene Actinosphaerium.

Ziemlich werthlos erscheinen Gosse's Beobachtungen von 1853, der in der Beurtheilung der Noctilucaorganisation etwa noch auf dem Standpunkt Suriray's steht; dagegen förderten Huxley's Untersuchungen (21, 1854) unser Wissen in mancher Beziehung nicht unwesentlich. Er entdeckte zuerst den merkwürdigen Zahn an der Mundöffnung und bestätigte die Existenz der Cilie. Dagegen war er in seiner allgemeinen Beurtheilung der Organisation unseres Thieres nicht sehr glücklich. Es gelang ihm nicht, sich von der Existenz der Sarkodeströmung im Plasmanetz zu überzeugen, desshalb glaubte er denn auch die Vacuolen nicht als solche anerkennen zu dürfen, sondern erklärte sie von neuem als besondere Mägen, die mit einem Darmlumen in der centralen Sarkodemasse zusammenhingen. Auch einen After glaubte er im Verlaufe des sogenannten Staborgans, das er nur mangelhaft erkannte, wahrgenommen zu haben. Nach dieser Darstellung wäre denn die Noctiluca ein den Ehrenberg'schen Polygastrica recht ähnliches Wesen geworden; Huxley zögerte auch nicht diese Consequenz wirklich zu ziehen und ihre nächsten Verwandten in den ciliaten Infusorien zu suchen. Nicht unerwähnt darf bleiben, dass Huxley die Querstreifung des Tentakels schon mit der Querstreifung der Muskelfasern verglich.

Sehr ähnlich sprach sich im allgemeinen auch Webb (23) im Anschluss an Huxley über den Bau der Noctiluca aus, er bestätigte den Zahn und den After und scheint auch das Staborgan etwas richtiger beurtheilt zu haben. Am meisten Interesse erregt wohl sein kurzer, jedoch deutlicher Hinweis auf die häufige Regeneration der Noctiluca, sowie die Beobachtung zusammenhängender Paare, obgleich er sich gegen deren Auffassung als Conjugirte erklärte.

In demselben Jahre 1854 wies ferner J. Müller darauf hin, dass man häufig geissellose, sog. encystirte Noctilucen finde, ohne jedoch die Bedeutung dieser Zustände zu erörtern.

Eine interessante Bereicherung brachten die von Brightwell mitgetheilten Untersuchungen Baddeley's über die Fortpflanzung durch Theilung. Es war dies die erste genauere Darstellung eines der Fortpflanzungsprocesse unseres Wesens. Da über diese Untersuchungen später noch eingehender zu berichten sein wird, so möge an dieser Stelle ein Hinweis genügen.

Ohne Erfolg waren die von zwei deutschen Forschern Engelmann (25) und V. Carus (29) ausgehenden Bestrebungen einen mehrzelligen Bau der Noctiluca nachzuweisen. Indem sich Doenitz (1867—68; 28) mit Recht gegen diese Bestrebungen aussprach, verharrte er selbst bei einer in vieler Hinsicht veralteten Auffassung unseres Wesens. Er suchte gewissermassen die alte Ansicht einer verdauenden Cavität mit ausstrahlen-

den Gefässen (hohlen Plasmafäden) mit den neueren Ansichten über die Bauverhältnisse der Protozoën zu vereinigen, wobei ihn die Reichert'sche Ansicht von dem Bau der Rhizopoden, der er sich anschloss, nicht gerade förderte. Wie gesagt, gelten ihm die Plasmafäden der Noctiluca als hohle, gefässartige Gebilde, welche sich daher den Pseudopodien der Rhizopoden nicht direct vergleichen liessen, sondern denen der Amöben, Gromien und wohl auch den Tentakeln der Acineten. Auch der Tentakel sei hohl. Interessant erscheinen die Mittheilungen über das Staborgan, auf dessen Bau er ausführlicher eingeht, wie frühere Beobachter, ohne jedoch zu einer klaren Vorstellung desselben zu gelangen. Die wichtigsten Resultate seiner Beobachtungen sind jedoch ohne Zweifel die über die Regeneration, deren Verlauf er zum ersten Male genauer verfolgte und durch Abbildungen erläuterte.

Wenig später eröffnete jedoch der auf dem Gebiete der Protozoënkunde so vielfach verdiente Cienkowsky eine neue Epoche in den Forschungen über Noctiluca. 1871 (31) veröffentlichte er zunächst Untersuchungen über die sogenannte Schwärmerbildung der Noctiluca, durch welche nicht nur die zuerst von Busch, jedoch ohne Verständniss und ganz unvollständig beobachtete Knospenfortpflanzung festgestellt und in fast allen wesentlichen Punkten richtig erkannt wurde, sondern auch schon die Copulation experimentell nachgewiesen wurde. In der späteren Arbeit von 1873 (33) führte er diese Untersuchungen beträchtlich weiter aus und glaubte namentlich auch zwischen Copulation und Knospung einen Zusammenhang statuiren zu dürfen.

Gleichzeitig klärte Cienkowsky aber auch die Bauverhältnisse der Noctilucen in vieler Hinsicht genauer auf, indem er namentlich die feineren Verhältnisse der mannichfachen, um die Mundöffnung gruppirten Organe theils bestätigte, theils berichtigte. Auch die Regenerationserscheinungen zog er in den Kreis seiner Untersuchungen und schilderte ihren Verlauf im Anschluss an Dönitz näher. Diese Beobachtungen führten ihn dann auch zu dem interessanten Ergebniss, dass die seiner Zeit von Busch beobachteten inneren Keime, sowie dessen vermeintlichen jugendlichen Thiere, nichts weiter wie solche Regenerationszustände waren.

Alle diese Ergebnisse, speciell jedoch die Bauverhältnisse der sogen. Schwärmer, d. h. der abgelösten Knospen, befähigten Cienkowsky zu einem gesicherten Urtheil über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Noctiluca. Er erklärte sie daher zuerst für eine Angehörige der Mastigophora, unter welchen sie wegen ihrer quergestreiften Geissel (Tentakel) eine besondere Gruppe bilden müsse.

Die hervorragende Bedeutung der Cienkowsky'schen Arbeiten dürfte auch aus obigen kurzen Angaben genügend hervorgehen, die folgende Darstellung der Bau- und Fortpflanzungsverhältnisse wird dies eingehender darlegen.

Mancherlei Punkte in der Organisation der Noctiluca wurden durch eine 1872 erschienene Arbeit Allman's gefördert, so namentlich die Bildung der Einsenkung, welche zum Munde führt und gewisse mit dem Staborgan zusammenhängende Einrichtungen. Andererseits enthält die Arbeit jedoch auch eine Reihe entschiedener Irrthümer. Hinsichtlich der systematischen Stellung kam Allman zu dem für die damalige Zeit kühnen Schluss, welchen er auch keineswegs tiefer begründete, dass die nächsten Verwandten der Noctiluca in den Cilioflagellaten zu suchen seien. Wir werden gleich sehen, dass diese Ansicht später allgemeinere Anerkennung fand.

Im Anschluss an Cienkowsky studirte Robin (36) im Jahre 1878 sowohl Bau wie Fortpflanzung sehr eingehend und vermochte auch in einer Reihe von Punkten die Untersuchungen seines Vorgängers zu vervollständigen. Unter diesen sei nur speciell betont, dass es ihm glückte, das Verhalten des Kernes bei der Knospung zu verfolgen. Die Arbeit Robin's darf in jeder Hinsicht als eine wichtige Förderung unseres Wissens bezeichnet werden, deren Ergebnisse sich jedoch dem Rahmen unserer historischen Darstellung entziehen. Auch die seit Quatrefages nicht eingehender studirte Physiologie des Leuchtvermögens fand in dieser Schrift wieder einige Würdigung, im Anschluss an frühere Untersuchungen, welche Robin, in Gemeinschaft mit Legros (27) über die Einwirkungen der Electricität auf das Leuchten angestellt hatte.

Mit dem gleichen Gegenstand beschäftigte sich um dieselbe Zeit auch Vignal (35), dessen Ergebnisse jedoch von denen Robin's und Legros' ziemlich abweichen. Vignal studirte aber auch die Bauverhältnisse der Noctiluca von neuem, doch dürfen wir seine Resultate nicht als sehr gelungen bezeichnen, da ihm manche der schon durch frühere Beobachter sicher constatirten Organe, wie Zahn, Wimper etc. ganz unbekannt blieben.

Von höchstem Interesse für die Beurtheilung der Gruppe der Cystoflagellaten wurde schliesslich eine Entdeckung R. Hertwig's (1877; 34), die zuerst einen zweiten, entschieden zu dieser Gruppe gehörigen Organismus kennen lehrte. Diese Beobachtung gibt der Vermuthung Raum, dass unsere Gruppe vielleicht noch andere, bis jetzt unbekannte Angehörige besitzt.

Wie schon angedeutet wurde und auch aus dem Abschnitt über die Dinoflagellaten bekannt ist, haben eine Anzahl neuester Autoren den von Allman geäusserten Gedanken von der Verwandtschaft der Noctiluca mit den Dinoflagellata weiterzuführen gesucht. Darunter sind jedoch nur zwei, Stein (39) und Bütschli (40), welche dies auf Grund eigener, diesem Organismus gewidmeter Studien thun. Des ersteren Beobachtungen verdanken wir keine Bereicherungen und seine Zusammenziehung der Noctiluca mit echten Peridiniden in einer Familie der Dinoflagellaten ist

wohl ein entschiedener Missgriff. Bütschli gab genauere Darstellungen von dem Peristom und dem sog. Staborgan und suchte auch die Beziehungen zu den Dinoflagellaten in besonderer Weise zu begründen. Als weitere Vertreter dieser Ansicht traten schon früher Kent (37) und Pouchet (38) auf, doch wie gesagt, ursprünglich ohne selbstständige Studien über Noctiluca und ohne genügende Begründung dieser Zusammenstellung. Erst in einer zweiten Arbeit (41) suchte der Letztere diese Vergleichung naturgemässer zu begründen und glaubte auch gewisse Organismen beobachtet zu haben, die eine Mittelstufe zwischen den beiden Abtheilungen einnehmen. Er geht diesen Betrachtungen und Beobachtungen zu lieb, sogar so weit, Noctiluca in die Gattung Gymnodinium einzureihen.

Am Schlusse dieser historischen Uebersicht dürfen wir wohl den Ausspruch wagen, dass unsere Kenntnisse der Cystoflagellata (wenigstens was Noctiluca betrifft) ziemlich umfassende geworden sind, wenn auch der mögliche Umfang der Gesammtgruppe sich bis jetzt noch nicht mit Sicherheit überschauen lässt.

2. Literatur.

1. **Sparshall, J.,** bei **Baker, H.,** The microscope made easey and employment for the microscope. 1743—53, Capitel 28. (Deutsche Uebersetzung Augsburg 1754, p. 523—524).
2. **Rigault, . . .,** Histoire de l'Académie roy. des sciences. Année MDCCLXV. Paris 1768. p. 26.
3. **Slabber, M.,** Natuurkundige verlustingen, behelzende microscopise waarnemingen van inen uitlandsche water- en land-dieren. Med 18 Taf. Haarlem 1769—1778. (Deutsche Uebersetzung von P. L. St. Müller, Nürnberg 1775. p. 35. Taf. VIII, Fig. 4—5.)
4. **Newland, . . .,** Observations on the milky apparance of some spots of water in the sea. Philosophical Transactions roy. soc. London Vol. 62. 1772, p. 93—94.
5. **Dicquemare, J. F.,** Observations sur la lumière dont la mer brille etc. Journal de physique 1775, Vol. VI. p. 319—320.

   —— Mém. s. l'usage qu'on pourroit faire du phenomène de la mer lumineuse etc. ib. T. XII. 1778, p. 137—141.
6. **Forster, J. R.,** Observations made during a voyage round the world etc. London 1778. p. 61 ff. (Deutsche Uebersetzung v. 1783). (Siehe Georg Forster's sämmtliche Schriften. Leipzig, Brockhaus. 1843. 1. Bd. p. 66—68.)
7. **Macartnay, J.,** Observations upon luminous animals. Philosophical Transactions roy. soc. 1810 p. 258—293. 2 Taf. (Gilbert's Annalen 61. 1819, p. 1, mit Anmerkung von Tilesius).
8. **Woodward, L.,** Luminosity of the sea. Loudon's magaz. of nat. history. Vol. IV. 1831. p. 280—85 (mit Holzschnitt).
9. **Blainville, H. de,** Article Noctiluque in Diction. des sciences naturelles publ. p. les prof. d. jardin du roi etc. 1825. Taf. 35. p. 120.

   —— Manuel d'actinologie Paris 1833. p. 140 u. 646, pl. 6. Fig. 9 (nach Quatref.).
10. **Ehrenberg, Chr. G.,** Das Leuchten des Meeres. Abh. d. Berl. Akademie a. d. J. 1834.
11. **Suriray, . . .,** Recherches s. la cause ordinaire de la phosphoresc. marine et descript. du Noctiluca miliaris. Guérin, Magas. de Zool. 6. Ann. 1836. 16 pp. 2 Pl.
12. **Beneden, P. van,** Rapport sur le mémoire du doct. Verhaeghe etc. Bulletin Acad. roy. de Belgique T. XIII. 1846 I. part. p. 85 et II. part. p. 3—17 (siehe auch Gervais et v. Beneden, Zoologie médicale Paris 1859. t. II. p. 425).
13. **Doyère, M. P. L. N.,** Sur la Noctiluca miliaris. Soc. Philom. Extr. proc. verb. 1846. p. 142—43. L'Institut XIV. No. 677. 1846. p. 428.
14. **Verhaeghe, . . .,** Recherch. sur la cause de la phosphorescence de la mer. Mémoir. cour. et mém. des sav. étrang. Acad. roy. de Belgique. T. XXII. 1848, 31 pp. 1 Taf.

15. **Pring, J. W.,** Observations and experiments on the Noctiluca miliaris, the anim. source of the phosphor. of the brit. seas. Report brit. assoc. adv. sc. 19. Meet. 1849. Transact. p. 81. Froriep's Tagesber. 1850, p. 79—96 und p. 118—119.

16. **Quatrefages, A. de,** Observations sur les noctiluques. Ann. d. sciences nat. Zoolog. (III) T. XIV. 1850. p. 226—235. Pl. V.

17. ——— Mém. sur la phosphorescence de quelques invertebrés marins, ibid p. 236—281. Pl. V.

18. **Busch, W.,** Beobachtungen über Anatomie und Entwickelung einiger wirbellosen Seethiere. Berlin 1851. 17 Taf.

19. **Krohn, A.,** Notizen über die Noctiluca miliaris. Archiv f. Naturgesch. 1852. I. p. 77 bis 81. Taf. III.

20. **Gosse, Ph. H.,** A naturalist's rambles on the Devonshire coast. London 1853, p. 253 bis 257. T. XVI.

21. **Huxley, Th. H.,** On the structure of Noctiluca miliaris. Quart. journ. microsc. sc. III. 1854—1855. p. 49—54.

22. **Müller, Joh.,** Ueber Sphaerozoum und Thalassicolla. Monatsber. d. Berl Akad. 1855. p. 229—53 (p. 245. Anm.).

23. **Webb, W.,** On the Noctiluca miliaris. Quart. journ. micr. sc. III. 1855. p. 102—106. Tafel VI.

24. **Brightwell, Th.,** On self division in Noctiluca. Quart. journ. micr. sc. V. 1857. p. 185—191. Pl. XII.

25. **Engelmann, Th. W.,** Ueber die Vielzelligkeit von Noctiluca. Zeitschr. f. wiss. Zool. XII. 1863. p. 564—66.

26. **Schultze, M.,** Kleine Mittheilungen. 4. Beobacht. an Noctiluca. Arch. für mikr. Anatomie II. 1865. p. 163.

27. **Robin, Ch., et Legros, Ch.,** De l'action exercé par l'électricité sur les noctiluques miliaires. Journ. anat. et phys. 1866. p. 558.

28. **Doenitz, W.,** Ueber Noctiluca miliaris Sur. Archiv f. Anatomie u. Physiologie 1868. p. 137—149. Taf. IV. und p. 750. (Vorläuf. Mitth. in Sitz. ber. d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin 1867. p. 29.)

29. **Carus, J. V.,** Ueber Noctiluca miliaris Sur. Archiv f. mikr. Anatom. Bd. IV. 1868. p. 351—52 (siehe auch früher in: Carus u. Gerstäcker, Handbuch der Zoologie Bd. II. p. 567. 1863).

30. **Giglioli, E. H.,** La fosforescenza del mare. Note pelagiche ed osservazioni fatte dur. un viaggio di circumnavigaz. 1865—68. coll. descr. di due nuove noctiluche. Atti d. reale Accad. d. sc. di Torino. Vol. V. 1870. 22 pp.

31. **Cienkowsky, L.,** Ueber Schwärmerbildung bei Noctiluca miliaris. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 7. 1871. p. 131—39. T. XIV—XV.

32. **Allman, G. J.,** Note on Noctiluca. Quart. journ. microsc. science. n. s. T. XII. 1872. p. 326—332. Taf. XVIII.

33. **Cienkowsky, L.,** Ueber Noctiluca miliaris. Arch. f. mikr. Anat. Bd. IX. 1873. p. 47 bis 61. Taf. 3—5.

34. **Hertwig, R.,** Ueber Leptodiscus medusoides, eine neue, den Noctilucen verwandte Flagellate. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. XI. 1877. p. 307—322. Taf. 17 u. 18.

35. **Vignal, W.,** Recherches histolog. et physiol. s. les Noctiluques. Archives de Physiologie norm. et patholog. 2. sér. T. V. 1878. p. 415—454. Taf. 18 u. 19.

36. **Robin, Ch.,** Recherches s. la reproduction gemmipare et fissipare des Noctiluques. Journ. anat. et physiol. 14. Jahrg. 1878, p. 563—629. Taf 35—41 (Cmpt. rend. ac. sc. T. 86. p. 1482—86).

37. **Kent, S.,** A manual of infusoria. Vol. I. London 1880—81. p. 397—401.

38. **Pouchet, G.,** Contribution à l'histoire des Cilioflagellés. Journ. de l'anatomie et de la physiologie. 1883. p. 397—455. Pl. 19—22.

39. **Stein, Fr. von,** Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth. II. Hälfte. Die Naturgesch. der arthrodelen Flagellaten. Einleit. u. Erklär. der Abbild. 25 Taf. Leipzig 1883.

40. **Bütschli, O.,** Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der Cilioflageliaten und der Noctiluca. Morpholog. Jahrbuch Bd. X. 1885. p. 529—77. 3 Taf.

41. **Pouchet, G.,** Nouvelle contribution à l'histoire des Peridiniens marins. Journ. de l'anatomie et de la physiologie. T. 21. 1885. p. 28—88. Pl. II—IV.

3. Allgemeine Schilderung des Baues der Cystoflagellata.

Wie in der historischen Einleitung mitgetheilt wurde, kennt man bis jetzt nur zwei Gattungen unserer Abtheilung, so dass ein Bedürfniss zur Aufstellung von Untergruppen zur Zeit nicht vorliegt, obgleich die Verschiedenheiten beider Gattungen so bedeutend sind, dass man wohl für jede eine besondere Familie errichten könnte.

A. Grössen- und Gestaltsverhältnisse.

Die eben erwähnte Verschiedenheit in dem Bau der beiden Gattungen tritt schon in ihren sehr abweichenden allgemeinen Gestaltsverhältnissen so auffallend hervor, dass es genauerer Vergleichung bedarf, um die verwandtschaftlichen Beziehungen beider nicht zu verkennen. Die Gattung Noctiluca besitzt gewöhnlich einen regelmässig kugligen Körper, welcher nur selten durch geringes Ueberwiegen der gleich genauer festzustellenden, dorsoventralen Axe etwas länglich erscheint. In dem später specieller zu betrachtenden Ruhezustand ist die Kugelgestalt eine ganz vollkommene, allseitig ausgebildete, im gewöhnlichen Zustand dagegen erscheint sie durch die Anwesenheit und Stellung gewisser Organe ein wenig modificirt. Die Ausbildung dieser Organe bewirkt gleichzeitig, dass der Körper einen ausgesprochen bilateral symmetrischen Bau erlangt, welcher etwas zum Assymmetrischen neigt, da gewisse, gering entfaltete Organe einseitig angebracht sind. Wir können demnach eine Medianebene gut unterscheiden.

In einer gewissen Strecke dieser Medianebene, welche etwa ein Sechstel bis ein Viertel des Kugelumfanges erreicht, ist die Oberfläche nämlich mehr oder weniger tief eingesenkt; doch besitzt diese Einsenkung nur eine geringe Breiteausdehnung, wesshalb der Gesammtkörper an die Bildung eines Pfirsichs erinnert und ein Querschnitt, welcher durch die Mitte der Einsenkung geführt wird, nierenförmig eingebuchtet erscheint. Wir wollen diese Einsenkung, deren genauere Beschreibung später folgen wird, das Peristom nennen (Atrium, Allman; Infundibulum, Robin), da die Mundöffnung auf ihrem Grunde angebracht ist. Wie wir noch sehen werden, ist diese Peristomeinsenkung etwas veränderlich, sie kann sich abflachen und wieder vertiefen. Betrachtet man sie von der Seite (T. 49, 14 b, vst), so ergibt sich leicht, dass ihr eines Ende, welches wir das hintere nennen wollen, am tiefsten in den Körper hineinreicht, indem es von einer etwas geschwungenen, ungefähr in der Richtung eines Radius absteigenden Hinterwand begrenzt wird, während der Boden der Einsenkung von hier aus nach vorn ganz allmählich ansteigt, d. h., das Peristom nimmt nach vorn successive an Tiefe ab und biegt endlich ganz allmählich in die Kugeloberfläche über. Sein Vorderende scheint überhaupt nur bei starker Einziehung scharf markirt zu sein; auch die Seitenränder biegen ganz allmählich, ohne scharfe Absetzung in die Kugeloberfläche über, doch nähern sich die Seitenwandungen rasch, so

dass der tiefere Theil des Peristoms, wenigstens im einigermaassen eingezogenen Zustand, schmal spaltförmig ist; doch kann es sich auch mehr ausbreiten, ja es scheint dies im Leben meist der Fall zu sein.

Ganz vorn im Peristom, also wenig tiefer wie die Kugeloberfläche, entspringt der sog. Tentakel (t) oder die Bandgeissel, wie man das Gebilde aus später zu erörternden Gründen auch nennen kann; nicht weit dahinter erheben sich von der rechten Seitenwand des Peristoms zwei Organe, der Zahn (z) und die Lippe (l), deren einseitige Lage die geringfügige Asymmetrie des Noctilucakörpers hervorruft. Von der Lippe entspringt, nach vorn gerichtet, die Geissel oder Cilie (f), welche meist ganz in dem Peristom eingelagert und daher schwer erkennbar ist.

Zu beiden Seiten des Hinterendes der Peristomeinsenkung erheben sich auf der Kugeloberfläche zwei schwache, ganz schmale Falten, nahezu parallel den Seitenrändern des Peristoms (st); die beiden Falten, zwischen welchen die Oberfläche etwas concav eingesenkt ist, verlaufen nach hinten, sich rasch nähernd, so dass sie schon in geringer Entfernung von dem Peristom dicht zusammengerückt sind; nun verlaufen sie nahezu parallel, aber sich doch fortgesetzt nähernd, in der Medianebene soweit nach hinten (Fig. 14b), dass ihr Endpunkt, wo sie zusammenfliessen, dem Vorderrand des Peristoms ungefähr gerade gegenüber liegt.

Vom Vorderrande des Peristoms bis zur Spitze dieses sogen. Staborgans haben wir also die eine Hälfte der Kugeloberfläche durchmessen. Wir bezeichnen dieselbe als die ventrale, die gegenüberliegende, welche keinerlei besondere Organe trägt, als die dorsale und eine Axe, welche von dem Vorderrande des Peristoms, oder ein wenig vor demselben, entspringt und nach dem Hinterende des Staborgans zieht, als die Haupt- oder Längsaxe.

Wir können gleich hinzufügen, dass der bilaterale Bau der Noctiluca durch die Vertheilung des Plasmas im Körperinnern noch vermehrt wird. Die Haupt- oder Centralmasse des Plasmas liegt nämlich ventral, als ein etwas länglicher Plasmazug am Grunde der Peristomeinsenkung (14a—b) und von dieser Centralmasse strahlen allseitig verzweigte und veränderliche Plasmazüge gegen die Kugeloberfläche aus, die grosse Zellsafthöhle durchspannend.

Noctiluca gehört zu den ansehnlichsten Protozoën, indem sie nicht selten bis 1 Millimeter Durchmesser erreicht, wenn sie auch gewöhnlich ein wenig hinter dieser Grösse zurückbleibt; es finden sich aber auch Nachrichten über Noctilucen, welche 2 Millimeter Durchmesser besassen (Giglioli 30).

Wenden wir uns nun zu einer Betrachtung der auffallend verschiedenen Gestaltsverhältnisse des Leptodiscus, indem wir sie mit denen der besser bekannten Noctiluca vergleichen. Leptodiscus (Taf. 50, Fig. 10c—d) erreicht eine ähnliche Grösse, da sein scheibenförmiger Körper im Durchschnitt etwa 1,2 Mm. misst (0,6—1,5). Seine Gestalt ist, wie angedeutet, eine abgeflacht scheibenförmige, mit convexer Krümmung der

einen und concaver der anderen Scheibenseite, so dass, je nach dem Contractionszustand, der Körper bald flach glocken- bis schirmförmig, bald hoch glocken- bis mützenförmig erscheint. Wir bemerken gleich, dass sich dieser Organismus, im Gegensatz zu Noctiluca, durch eine ganz besondere Contractionsfähigkeit und Beweglichkeit auszeichnet. Leptodiscus erinnert daher auffallend an kleine Medusen, eine Aehnlichkeit, welche durch die analogen Bewegungserscheinungen noch vermehrt wird. Die Centralpartie der Scheibe scheint zuweilen etwas verdickt zu sein (Fig. 10e), ihre Peripherie verdünnt sich sehr. Wenn wir die Anordnung der Organe untersuchen, so lässt sich auch hier eine bilaterale Bildung feststellen, obgleich eine so deutliche und grosse, bilaterale Peristomeinsenkung wie bei Noctiluca nicht vorhanden ist. Die Bilateralität wird hervorgerufen durch eine ziemlich weite röhrenförmige Einstülpung der convexen Scheibenseite (vst); dieselbe hat ihre äussere Mündung etwa mitten zwischen Centrum und Peripherie der Scheibe und läuft von hier aus, schief centralwärts gerichtet, gegen die concave Scheibenfläche, welche sie ungefähr in der Entfernung eines Viertel Scheibendurchmessers vom Centrum nahezu erreicht, indem sie endet. Zu diesem Ende der Einstülpung tritt nun ein starker Strang paralleler Plasmafäden (p), welche in radialer Richtung von dem im Centrum der concaven Seite gelegenen Centralplasma entspringen. Durch die Längsstreckung des geschilderten Organes wird eine Mittelebene bezeichnet, welche der Mittelebene der Noctiluca entsprechen dürfte, indem ich vermuthe, dass das Organ dem Staborgan der Noctiluca zu vergleichen ist, obgleich diese Deutung noch nicht als ganz gesichert betrachtet werden kann.

Ein zweites Organ macht aber auch den Leptodiscuskörper etwas asymmetrisch. Auf der anderen Hälfte der convexen Scheibenseite, welche wir als die vordere bezeichnen wollen, findet sich nämlich noch eine zweite, aber sehr eng röhrenförmige Einsenkung (f), die gleichfalls schief centralwärts absteigend, bis zum Centralplasma zieht. Aus dieser Röhre erhebt sich eine feine, ziemlich lange Geissel, deren Homologie mit der Noctilucageissel wohl nicht zweifelhaft sein kann. Die äussere Mündung dieser Geisselröhre fällt nun aber nicht in die früher festgestellte Mittelebene, sondern liegt neben derselben, etwa in ein Drittel des Durchmessers vom Centrum. Da sich die Geissel aus dieser Einsenkung erhebt, so halte ich ihre Homologisirung mit dem Peristom der Noctiluca für nothwendig. Desshalb und wegen der Stellung der Geissel auf der convexen Scheibenseite müssen wir weiter folgern, dass letztere der Bauchfläche der Noctiluca entspricht, die Concavseite dagegen deren Rückseite. Der für letztere Gattung so charakteristische Tentakel konnte bei keinem der untersuchten Leptodiscen gefunden werden; ob er dieser Gattung aber zu allen Zeiten fehlt, scheint mir doch noch nicht ganz ausgemacht zu sein.

B. Beschreibung der einzelnen Organisationsbestandtheile.

1. Membran. Die älteren Beobachter beschrieben ziemlich übereinstimmend eine den Noctilucakörper allseitig umhüllende, feine Membran. Vor den Untersuchungen Quatrefages' wurde eben die Körperwand einfach als eine solche Hüllmembran bezeichnet. Erst nachdem letzterer in der Körperwand ein feines Protoplasmanetz entdeckt hatte, wurde noch ausserhalb desselben eine eigentliche Membran unterschieden. Quatrefages selbst wollte sogar eine doppelte äussere Membran gefunden haben, eine Angabe, die ich mir nicht recht zu erklären vermag. Die übrigen neueren Beobachter, so namentlich Huxley, Dönitz, Allman, Vignal und auch Robin finden eine äusserst zarte oberflächliche Membran (ungefähre Dicke 0,001 bis 0,002 Mm.), welche gewöhnlich als vollkommen homogen und structurlos, nur von Robin als sehr feinkörnig („grenu") geschildert wird; Dönitz bezeichnet sie sogar als Schale der Noctiluca. Viel weniger bestimmt spricht sich ein so genauer Beobachter wie Cienkowsky über die Existenz einer besonderen Hüllmembran aus; nach ihm besitzt die Wand der Noctilucablase „eine viel festere Consistenz als der Inhalt, scheint aber von ihm nicht scharf geschieden zu sein"; bei schädlichen Einflüssen hebt sich von ihrer Oberfläche eine äusserst feine Contour ab." Auch an den Schwärmeranlagen, welche doch direct aus der Oberfläche der Noctiluca hervorgehen, findet er nur eine dichtere Hautschicht, welche aber ohne scharfe Grenze in das innere Protoplasma übergeht. Gegen die Existenz einer besonderen Membran sprach sich auch Klebs*) kurz aus und meine Erfahrungen zeigen dasselbe. Ich konnte eine solche Membran weder von dem die Körperwand bildenden Plasmanetz optisch unterscheiden, noch mit Hülfe von Reagentien isoliren und zweifele daher auch nicht, dass eine vom Plasma chemisch wesentlich verschiedene Haut nicht vorhanden ist, sondern dass es sich höchstens um eine dichtere, feine, im optischen Durchschnitt sehr feinkörnig erscheinende Hautschicht handeln kann, welche die Grenze des Noctilucakörpers gegen das umgebende Medium bildet. Diese Hautschicht gehört dem Plasmakörper ebenso unmittelbar an wie die sog. Cuticula der Infusorien. Mit dieser Auffassung stimmt denn auch das Verhalten der Noctiluca bei der Theilung und Copulation überein, deren Verlauf gleichfalls erweist, dass eine eigentliche Membran nicht vorhanden sein kann. Dass es durch Einwirkung gewisser Reagentien auf lebende Noctilucen gelingt die Hauptmasse des Plasmas innerhalb dieser Hautschicht zur Zusammenziehung und zur Ablösung von derselben zu bringen, beweist meiner Ansicht nach ebensowenig wie bei den Ciliaten die Existenz einer von dem Plasma differenten Membran.

An gewissen Organen des Noctilucakörpers, wie dem Tentakel und dem sogen. Zahn, ist jedoch eine etwas dickere und ziemlich deutlich doppelt contourirte äussere Hautschicht zu erkennen, wie bei der spe-

*) Botanische Zeitung 42, p. 9.

ciellen Betrachtung dieser Theile erörtert werden wird. Für diese Organe liesse sich daher die Existenz einer Membran eher vertheidigen, doch glaube ich, dass es sich auch hier nur um eine sogen. Cuticular- oder Hautschicht handelt, weil diese Organe unter Umständen ganz eingezogen werden können, was wohl gegen die Existenz einer von dem Plasma chemisch stark differenten Membran spricht. Es ist jedoch immerhin möglich, ja an und für sich nicht unwahrscheinlich, dass diese Hautschicht, ähnlich wie sie sich physikalisch durch grössere Festigkeit von dem Binnenplasma unterscheidet, auch chemisch von demselben etwas differirt. So scheint wenigstens aus den Mittheilungen Robin's hervorzugehen, dass sie in Ammoniak viel weniger quillt wie das innere Plasma. Ich brauche übrigens, indem ich auf das bei Gelegenheit der Cuticularbildungen der Flagellaten (p. 677) Bemerkte, verweise, nicht besonders zu betonen, dass ich zwischen Hautschicht und bestimmter differenzirter Cuticularmembran Uebergänge anerkenne.

Die vorstehenden Erörterungen sprechen denn auch gegen die Bezeichnung der Hautschicht der Noctiluca als Zellmembran, da man mit dieser doch gewöhnlich den Begriff einer von dem unterliegenden Plasma physikalisch und chemisch wohl geschiedenen Membran verbindet.

Wie diese Verhältnisse bei Leptodiscus liegen, lässt sich zur Zeit nicht mit Sicherheit angeben. Hertwig schreibt demselben eine allseitige dünne Membran zu, welche nur auf der convexen Fläche (Ventralseite) an den beiden früher erwähnten Einsenkungen unterbrochen sei. Die jene Seite überziehende Partie der Membran erscheine etwas dicker und im optischen Schnitt deutlich doppelt contourirt, auch besitze sie, im Gegensatz zu der Membran der Concavseite, eine besondere Structur. Von der Fläche betrachtet zeige sie nämlich eine sehr feine chagrinartige Zeichnung, gebildet von sich dicht berührenden helleren Kreischen, in deren Centrum je ein dunkleres Pünktchen sichtbar ist. Hertwig möchte diese Zeichnung auf hügelige Hervorragungen der Membranoberfläche zurückführen (die hellen Kreischen), welche auf ihrem Scheitel eine Vertiefung (den centralen dunklen Punkt) besässen. Auch vermuthet er weiter, dass diese Vertiefungen vielleicht in feine, die Membran durchsetzende Poren führten, da es ihm manchmal schien, als entsprängen auf der convexen Seite des Körpers feine Pseudopodien, welche aus diesen Poren hervorgetreten sein könnten. Da nun aber auf dem abgebildeten optischen Schnitt dieses Theils der Membran weder von solchen hügeligen Hervorragungen noch von Poren etwas zu sehen ist, so halte ich diese Deutung für zweifelhaft und bin vielmehr geneigt, die chagrinartige Zeichnung auf eine feine Netzstructur im Inneren der wahrscheinlich plasmatischen Membran zurückzuführen, wie wir sie später auch von der Hautschicht der Noctiluca kennen lernen werden. Da keinerlei Angaben über die chemische Natur der Leptodiscusmembran vorliegen, so lässt sich nicht sagen, ob dieselbe von dem

Plasma wirklich verschieden ist; ich möchte sie wie die angebliche Membran der Noctiluca für eine plasmatische Hautschicht halten.

2. Anordnung und Structur des Plasmas. Da wir schon in der historischen Einleitung die mannigfachen Deutungen, welche das Plasmanetz der Noctiluca im Laufe der Zeiten erfahren hat, ziemlich eingehend besprachen, so dürfen wir in dieser Beziehung auf den genannten Abschnitt verweisen. Wir wissen, dass die Anordnung des Plasmas im Innern des Noctilucakörpers eine recht eigenthümliche ist, die bei den früher besprochenen Mastigophoren nicht bemerkt wurde und unter den übrigen Protozoën namentlich bei den Ciliaten Analogien findet. Wie uns die Entwickelungsgeschichte später zeigen wird und auch die Regenerationserscheinungen verrathen, geht die eigenthümliche Anordnung ursprünglich aus einem gleichmässig zusammenhängenden, nach der gewöhnlichen Ausdrucksweise homogenen Plasmakörper hervor, indem derselbe bei der weiteren Entwickelung durch reichliche Vacuolisation bald schaumig oder alveolär wird und wie wir annehmen müssen, denn direct wurde die Weiterentwickelung noch nicht verfolgt, schliesslich durch fortgesetztes Anwachsen und theilweises Zusammenfliessen dieser Vacuolen ein Plasmanetzwerk entwickelt, wie es in Pflanzenzellen so gewöhnlich angetroffen wird. Stets erhält sich jedoch ein mehr oder minder ansehnlicher Centraltheil des Plasmas als eine zusammenhängende Masse, von welcher zahlreiche verästelte Plasmazüge nach der Oberfläche der Blase ausstrahlen. Dieses Centralplasma findet seine Lage, wie bemerkt, längs des Peristomgrundes, so dass die hier befindliche Mundöffnung direct in dasselbe führt. Nach meinen Erfahrungen erstreckt es sich als eine gewöhnlich etwas längliche Masse, von unregelmässigen und wechselnden Umrissen von der Gegend der Lippe bis zum Hinterende des Peristoms; ins Innere des Körpers springt es nur wenig mehr als die Dicke des Kernes, der ihm eingelagert ist, vor. Uebrigens deuten die Beobachtungen der verschiedenen Forscher an, dass das Volum des Centralplasmas etwas variabel ist, was ja auch nicht überrascht. Nach Vignal soll es „ein Viertel bis ein Elftel des Körpers einnehmen können.“ Ersteres scheint mir aber für erwachsene Individuen entschieden übertrieben, das Centralplasma beträgt hier sicherlich meist noch nicht den 11. Theil des Körpervolums. Von der inneren, wie bemerkt, unregelmässig gebuchteten Oberfläche dieses Centralplasmas entspringen allseitig strahlig angeordnete Plasmazüge verschiedener Dicke, die sich zur Körperwand begeben, indem sie auf ihrem Verlauf fortdauernd Verästelungen erfahren, also immer feiner werden. Die Zweige benachbarter Plasmazüge anastomosiren reichlich untereinander und bilden so ein unregelmässiges Netzwerk, welches die durchaus klare und ungefärbte Flüssigkeit (Zellsaft), die den ansehnlichsten Theil des Körpervolumens bildet, durchsetzt. Die feinsten peripherischen Fadenverzweigungen, welche sich an der Körperwand befestigen, sind etwa auf 0,001 Mm Dicke herabgesunken. An den Verzweigungsstellen der Plasmazüge bemerkt

man gewöhnlich dreieckige oder unregelmässige Ausbreitungen wie an den Pseudopodiennetzen der Rhizopoden und wie bei den letzteren treten auch im Verlauf der feineren Fäden häufig varicöse Anschwellungen auf. Die peripherischen, feinen Verzweigungen, welche sich an die Körperwand anheften, gehen schliesslich in ein diese constituirendes, aus polygonalen bis unregelmässigen Maschen, von durchschnittlich 0,03 bis 0,04 Mm. Weite, gebildetes Plasmanetzwerk über, das bekanntlich zuerst von Quatrefages wahrgenommen wurde und jedenfalls zu der von V. Carus geäusserten irrthümlichen Ansicht führte, dass die Körperwand eine Zellenschicht aufweise. Wie gesagt, sind die Maschen dieses Netzes mehr oder minder unregelmässig und, wie die Anordnung des Plasmas überhaupt, veränderlich; auch begegnet man nach den Angaben Vignal's Stellen der Körperwand, wo sich grössere, zusammenhängende Plasmapartien gebildet haben, welche nur von kleinen Löchern durchbrochen sind, also Partien, wo das Maschenwerk noch nicht zur Ausbildung gelangte, oder durch Vereinigung rückgebildet wurde. Wir werden übrigens gleich sehen, dass in der nächsten Umgebung des Peristoms und an dessen Wand die Maschenbildung fehlt.

Auch Engelmann's Angaben (25) über das Vorkommen zahlreicher kleiner Kerne und die Allman's über das Vorhandensein zellähnlicher Körper in der Wandschicht der Noctiluca beruhen jedenfalls auf einer Missdeutung des Plasmanetzes der Wand. Wahrscheinlich gaben solche Stellen hierzu Veranlassung, wo, wie oben bemerkt, die Maschenbildung unvollkommen ist. Engelmann hat übrigens, wie es scheint, seine Angaben hauptsächlich auf abgestorbene und daher veränderte Exemplare gegründet. Allman wollte die vermeintlichen zellähnlichen Körper mit der Fortpflanzung in Zusammenhang bringen, was natürlich ohne jede Berechtigung ist.

Genauere Untersuchung lehrt nun aber (Bütschli), dass mit dem eben beschriebenen Maschenwerk die Structur der Körperwand nicht erschöpft ist, sondern dass sich im Innern der einzelnen Maschenräume noch ein äusserst zartes, feinstes Netzwerk ausspannt, das von den die Maschen umgrenzenden Plasmafäden entspringt. Ich habe daher die Vorstellung, dass die Körperwand von einer zusammenhängenden zarten Plasmamembran gebildet wird, welche durchaus von kleinsten Vacuolen durchsetzt ist, also einen feinschwammigen (oder wabigen) Bau zeigt — hierauf beruht das feinste Netzwerk, — welches letztere dann wieder durch die Ausbildung etwas stärkerer Plasmazüge in gröbere Maschen zertheilt wird. Eine genauere Untersuchung der verästelten Plasmazüge des Körperinnern lehrt aber auch, dass die beschriebene feinnetzige, resp. wabige Structur der Plasmawand nicht auf diese beschränkt ist, sondern dass alle etwas dickeren Plasmastränge dieselbe besitzen, gewöhnlich aber in der Weise modificirt, dass sich durch Streckung der feinen Netzmaschen in der Richtung der Plasmastränge gleichzeitig ein fibrillärer Structurcharakter entwickelt hat.

Wie eben bemerkt wurde, ändert sich die Structur der äusseren Körperwand in der nächsten Umgebung des Peristoms, indem die gröberen Maschen hier aufhören und nur das äusserst feine Plasmanetzwerk

verbleibt. Bei schwächerer Vergrösserung erscheint daher die Wand in dieser Gegend dicht granulirt; vielleicht ist sie auch etwas dicker, wie dies Robin angibt, welcher ihr verändertes Aussehen schon beobachtete. Zuweilen soll sie nach letztgenanntem Forscher auch etwas gelblich erscheinen. Die gleiche Structur weist denn auch der zur Bildung der Peristomwandungen eingesenkte Theil der Körperwand auf.

Ausser den oben beschriebenen Plasmastrahlen, die von der Centralmasse ausgehen, entspringen von letzterer einige sehr deutlich fein-fibrilläre Plasmazüge, welche sich zu besonderen Organen begeben und zu deren Bildung beitragen. Vom Vorderende des Centralplasmas verläuft zunächst ein starker fibrillärer Strang zur Basis des Tentakels, und tritt z. Th. wenigstens mit dessen Protoplasma in Verbindung (Taf. 49, 14a, bei f); nach Vignal soll dieser Strang zuweilen doppelt auftreten. Auch zu der Basis des Zahnes begibt sich ein ähnlicher Strang, welcher wahrscheinlich nur eine Abzweigung des ersterwähnten ist und geht in das Plasma des Zahns über.

Noch interessanter erscheinen aber Plasmastränge, welche von dem Hinterende der Centralmasse und von der schmalen Hinterwand des Peristoms entspringen, da sie das viel besprochene und gewöhnlich falsch gedeutete Staborgan bilden. Von dem Hinterende des Centralplasmas entspringt nämlich ein dickes Büschel feiner Plasmafäden, welches zu der hinteren Hälfte des sog. Staborgans zieht, indem es sich auf seinem Wege fächerartig ausbreitet (14b u. a); schliesslich heften sich seine Fäden längs der beiden etwas erhabenen Falten oder Kanten, welche das Staborgan äusserlich formiren, an der Körperwand an und ihre Anheftung bewirkt denn auch wohl das Vorspringen dieser Falten. In ähnlicher Weise werden auch die Fortsetzungen der beiden Falten, welche die vordere Hälfte des Staborganes bilden, von zahlreichen ähnlichen Plasmafäden gewissermaassen gestützt. Letztere entspringen aber nicht aus dem geschilderten Busch, sondern in zwei dicht neben einander hinziehenden Reihen längs der ganzen schmalen Hinterwand des Peristoms. Da die beiden Falten, welche die Rinne des Staborgans begrenzen, in dessen vorderer Hälfte allmählich beträchtlich divergiren, so müssen auch die beiden flächenartigen Züge feiner Plasmafäden in ihrem Verlauf divergiren, was am besten in der Ansicht auf die Ventralseite (14a) wahrgenommen wird. Da sich nun weder an den Falten des sog. Staborganes, noch in der von ihnen eingeschlossenen Rinne eine Veränderung der Körperwand, etwa eine membranöse Verdickung oder dergleichen nachweisen lässt, so ergibt sich aus vorstehender Schilderung, dass das Staborgan ausschliesslich durch die Anheftung der geschilderten Plasmafäden gebildet wird und seine Auffassung als ein festerer, durch eine Verstärkung der Membran entstandener Stab oder eine Platte (worauf auch der Name hindeutet) unzulässig ist. Dass es sich als eine festere Region in der Wand der Noctiluca darstellt, ist gewiss nur die Folge der in so reicher Zahl heranretenden Plasmafäden.

Da das Staborgan so verschiedenartige und z. Th. seltsame Deutungen erfuhr, scheint es nöthig, die früheren Ansichten eingehender zu erörtern, um so mehr, als die oben gegebene Schilderung von den früheren wesentlich abweicht. Bekanntlich wurde das Organ schon von Verhaeghe ganz gut abgebildet, aber erst von Busch geschildert, welcher es als einen „scharfkantigen Stab" auffasste, der in das Innere der Noctiluca hineinrage. Die beigegebene Abbildung ist übrigens recht charakteristisch und viel besser als manche spätere. Quatrefages scheint es ganz übersehen zu haben.

Huxley unterschied das Staborgan, welches er als „dreieckige Grube oder Spalte" bezeichnete, nicht genügend von dem Peristom. Für ein besonderes stabartiges Gebilde hielt er es jedenfalls nicht. Dagegen glaubte er, etwa in der Mitte seines Verlaufes eine kleine trichterförmige Einsenkung gefunden zu haben, die in Verbindung mit dem Centralplasma stehe („Magen" nach ihm) und vermuthet, dass sie die Afteröffnung sei. Es scheint mir sehr wahrscheinlich, dass er etwas von dem grossen Büschel von Plasmafäden wahrnahm und dass sich die Schilderung der trichterförmigen Einsenkung hierauf bezieht. Webb scheint etwas schärfer zwischen dem Peristom und der Rinne des Staborganes unterschieden zu haben. Dem Staborgan selbst schrieb er eine feste, hornige Natur zu; auch er hat wohl etwas von den Plasmazügen, die sich zu ihm begeben, beobachtet, doch ist seine Beschreibung zu unklar und nicht genügend von Abbildungen unterstützt, um vollkommen verstanden zu werden, was übrigens für die meisten Schilderungen des Staborganes mehr oder weniger gilt. — Zu einer recht seltsamen Auffassung des fraglichen Gebildes kam Dönitz, welcher dem „Stab oder pfriemenförmigen Körper" die Gestalt einer sehr langgestreckten dreiseitigen Pyramide zuschreibt (also etwa wie eine dreischneidige Dolchklinge), deren eine Seitenfläche im Niveau der äusseren Kugelfläche liege, während die anderen ins Innere hineinragen. Dieser Stab „fülle eine Rinne in der Schale aus" oder, was ihm noch wahrscheinlicher dünkt, „er überdecke einen Spalt in derselben." Möglicherweise hat Dönitz demnach etwas von den zutretenden Plasmazügen gesehen und diese auf die inneren Seitenflächen eines pyramidenförmigen Stabes bezogen. Vignal dagegen unterschied wieder gar nicht zwischen dem Peristom und der Rinne des Staborganes und scheint der Ansicht zu sein, dass das ganze Staborgan bis zu seinem Ende eine Fortsetzung der tiefen Peristomeinsenkung sei; in der ganzen Einrichtung will er einen Stützapparat für das Centralplasma erkennen. In mancher Hinsicht mit der Dönitz'schen Auffassung übereinstimmend, ist die Stein's, welcher das Organ für eine festere leistenartige Platte hält, welche in die Continuität der Membran eingelagert sei und es daher als „Stabplatte" bezeichnet. Eigenthümlicher Weise findet er es hinten abgestutzt und glaubt, dass sein Vorderende bei der Einführung der Nahrung mitwirke. Von dem Peristom scheint Stein gar keine Vorstellung gehabt zu haben, wesshalb er seine Beziehungen zu dem Staborgan nicht erörterte. Auch bei Cienkowsky und Robin vermissen wir eine genauere Darstellung des Organes, sie scheinen beide nicht hinreichend zwischen Peristom und Staborgan zu unterscheiden, speciell Robin scheint sich das Organ als eine Art schwächerer Fortsetzung der Peristomeinsenkung zu denken, eine Auffassung, welche übrigens, wie wir später sehen werden, auch eine gewisse Berechtigung besitzt; beide bemerkten aber die Beziehungen des Organes zum Centralplasma nicht.

Letztere Verhältnisse hat allein Allman ziemlich richtig beobachtet, das Gesehene aber theilweise falsch gedeutet. Seltsamer Weise beschrieb er die äussere Beschaffenheit des Organes als die einer schwach erhobenen Leiste, dagegen erkannte er zuerst den Busch von Plasmafäden richtig, der sich vom Centralplasma zur Hinterhälfte des Organes begibt und sah auch die beiden Züge von Fäden, welche zu der vorderen Hälfte gehen, deutete sie aber als Streifen einer nach innen vorspringenden „Duplicatur", welche die Körperwand hier bilde. Er nahm weiter an, dass im Staborgan ein Kanal hinziehe, der in der erwähnten Duplicatur ausmünde. Diese Einsenkung und den Kanal, folgert er weiter, könne man als die Afteröffnung betrachten, zu welcher die Excremente durch den Busch von Plasmafäden, dessen feinere Structur er übrigens nicht erkannte, zugeleitet würden. Wir bemerken bei dieser Gelegenheit noch, dass auch Webb (23) seiner Zeit einen After beobachtet zu haben glaubte, den er jedoch als eine feine, etwas hinter dem Zahn in dem Peristom gelegene Oeffnung abbildet.

Nachdem wir uns im Vorstehenden über die Anordnung des Plasmas im Noctilucenkörper orientirt haben, bemerken wir nur noch, dass dasselbe, wie schon öfters bemerkt wurde, in beständiger strömender Bewegung und Veränderung begriffen ist; wenigstens gilt dies sicher für das zur Körperoberfläche strahlende Plasmanetzwerk und seine Ausbreitung in der Körperwand. Man verfolgt dies deutlich an den Verschiebungen der Einschlüsse des Plasmas und an fortwährenden Veränderungen in der Anordnung des Netzes; auch sieht man, wie die varicösen Anschwellungen der feineren Plasmazüge an diesen hingleiten, was auch von den Pseudopodien der Sarkodinen bekannt ist. Wie wir wissen, hat zuerst Doyère diese Verhältnisse gut erkannt und richtig gedeutet. Seine Darstellung wurde dann bald von Quatrefages bestätigt und die späteren Beobachter hatten nur einen Punkt in des letzteren Schilderung zu verbessern. Quatrefages (und ähnlich später auch West bei Brightwell [24]) glaubte nämlich eine völlige Uebereinstimmung des Plasmanetzes mit der Pseudopodienbildung der Rhizopoden zu finden und schilderte daher auch frei durch den Zellsaft ragende und ohne Anheftung endende Fortsätze des Centralplasmas, ebenso wollte er auch in Zurückziehung begriffene Fortsätze mit freien Enden in der Zwischenflüssigkeit beobachtet haben. Diese Angaben scheinen nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Dönitz, Allman und Robin unrichtig zu sein, da letztere nie frei endende Plasmafäden fanden; nur beim Zurückziehen absterbender Fäden soll dies als pathologische Erscheinung nach Robin wahrzunehmen sein. Die Bildung neuer Verzweigungen der Plasmastrahlen erfolgt demnach auch nicht nach Art des Hervorwachsens von Pseudopodien, sondern, der allgemeinen Entstehung des Plasmanetzes gemäss, jedenfalls dadurch, dass sich an gewissen Stellen Flüssigkeitsvacuolen in demselben bilden, welche schliesslich in den allgemeinen Zellsaft durchbrechen und dadurch einen Netzfaden vom benachbarten Plasma abtrennen, welch' letzterer nun durch Verschiebung und Zufluss sich verlängern und in der mannichfaltigsten Weise verändern kann.

Dass sich auch die Centralmasse des Plasmas an den Strömungen betheiligt, wird direct erwähnt, indem auch ihr Aussehen sich ändert und namentlich der Kern Verschiebungen erfahren kann. Sehr energisch scheinen übrigens die Strömungen des Plasmas nicht zu verlaufen, denn Allman bemerkt, dass sie viel schwächer seien als in den Pflanzenzellen gewöhnlich.

Wie sich bezüglich der Strömungserscheinungen die oben geschilderten Züge von Plasmafibrillen verhalten, welche zum Tentakel, Zahn und Staborgan ziehen, ist noch kaum erforscht; nur Vignal berichtet, dass der zum Tentakel ziehende Strang ganz starr und bewegungslos sei.

Wir können jetzt versuchen, auch die Verhältnisse bei Leptodiscus einer kurzen Betrachtung zu unterziehen. Wie schon bemerkt wurde, findet sich auch bei diesem eine centrale Plasmaanhäufung, welche im Centrum der concaven, dorsalen Scheibenfläche liegt, deren Membran

dicht angeschmiegt, oder nach unserer Auffassung einen Theil dieser Wand selbst bildend (T. 50, 10c—d). Der Durchmesser dieser scheibenförmigen Plasmaanhäufung ist nicht sehr beträchtlich; in der Dicke erreicht sie höchstens ein Fünftel der Scheibendicke. Sie umschliesst wie bei Noctiluca den Kern und sendet radienartig zahlreiche, an ihrem Beginn ziemlich dicke Plasmastrahlen aus, welche längs der concaven Körperwand verlaufen und, indem sie sich fortgesetzt verästeln und anastomosiren, über diese ganze Wand hin ein Plasmamaschenwerk bilden, dessen centrale Maschen etwas länglich gestreckt sind, während sie nach der Peripherie allmählich kürzer und breiter werden (10d). Hertwig bemerkt ausdrücklich, dass sich innerhalb der grösseren Maschen noch ein feineres Netzwerk finde. Im Allgemeinen begegnen wir also in der concaven Körperwand des Leptodiscus einem Bau, wie ihn die gesammte Körperwand der Noctiluca darbietet. Anders verhält sich aber die convexe, ventrale Körperwand. Sowohl von dem Centralplasma wie von den stärkeren radialen Balken des dorsalen Netzwerkes erheben sich ungemein zahlreiche Plasmafäden, oder von der Centralmasse auch dickere Züge, welche gerade durch die Scheibe hindurch zu der Ventralseite aufsteigen (10e). Im peripheren Theil der Leptodiscusscheibe sind sie unverästelt; die centraleren dagegen verästeln sich in ihrem Verlauf. Alle Endästchen heften sich schliesslich an die ventrale Körperwand. Die Fäden durchsetzen die glashell durchsichtige Zwischenmasse, welche sich auch hier findet, aber nach Hertwig, im Gegensatz zu den Verhältnissen bei Noctiluca, nicht flüssig, sondern von gallertartiger Consistenz sein soll. Jedes Plasmafädchen soll an seiner Befestigungsstelle an der Ventralwand eine etwas merkwürdige Beschaffenheit aufweisen. Es scheint sich nämlich nicht direct an die sog. Membran derselben zu heften, sondern je an ein kleines stäbchenförmiges Körperchen, das senkrecht zur Körperwand nach innen vorspringt. Da Hertwig jene Körperchen, die in der Ansicht auf die Fläche als kleine, hellleuchtende Kreise erscheinen, bei der Schilderung der Membran erwähnt, so scheint er sie als Theile derselben zu betrachten. Ich muss gestehen, dass ich mir zunächst keine rechte Vorstellung von der Natur dieser Gebilde machen kann.

Von einem Plasmanetzwerk der ventralen Körperwand soll sich nach Hertwig nichts finden, doch hob ich schon bei der Besprechung der Membran hervor, dass deren angebliche Structur möglicherweise auf ein sehr feines Plasmanetzwerk zurückzuführen sei. Sollte sich dies bestätigen, so verhielte sich also die ganze Ventralseite des Leptodiscus ähnlich, wie bei Noctiluca die Gegend um den Eingang des Peristoms und dessen Wand.

In der centralen Hälfte der concaven Körperwand beobachtete Hertwig noch eine weitere Structureigenthümlichkeit, über welche er aber nicht hinreichend klar wurde. Etwa in der Entfernung des halben Radius vom Centrum nimmt man an dieser Wand eine Kreislinie wahr, welche von feinen Körnchen gebildet werden soll (10d). An günstigen Präparaten ge-

lang es nun von dieser Linie nach dem Centrum feine, sehr dicht neben einander radiär verlaufende Plasmafibrillen in der Körperwand zu verfolgen. Hertwig vermuthet, dass dieselben vielleicht contractile Fibrillen seien, wie sie im Ectoplasma anderer Protozoën gefunden wurden, doch blieb er unsicher, ob die Fibrillen nicht etwa nur die schon beschriebenen, bei contrahirten Exemplaren sehr dicht zusammengerückten radialen Plasmazüge der Ventralseite seien. Letztere Ansicht scheint mir zwar beim Vergleich seiner, bei derselben Vergrösserung gezeichneten Figuren der Züge und Fibrillen wenig wahrscheinlich, doch lässt sich schwer sagen, wie sich die Fibrillen zu den Plasmamaschen verhalten sollen, wenn beide verschieden von einander sind. Wie bemerkt, beansprucht Hertwig diese Fibrillen, möge ihre morphologische Deutung nun sein, wie sie wolle, als contractile Elemente, durch welche die Zusammenziehung und Wölbung der medusenförmigen Leptodiscusscheibe bewirkt werde. In diesem Punkt können wir aber seiner Auffassung wohl schwerlich beistimmen, denn so, wie die Fibrillen liegen und verlaufen, können sie bei der Contraction unmöglich eine Zusammenziehung, sondern müssen vielmehr eine Ausbreitung des Schirmes bewirken. Dass sie nun letzteres thatsächlich thun, scheint nicht unmöglich.

Endlich haben wir noch einer vom Centralplasma ausgehenden Bildung zu gedenken, welche am meisten an den Fibrillenbusch erinnert, der sich bei Noctiluca zu dem hinteren Theil des Staborganes begibt. Es ist dies ein breiter, platter Strang feiner plasmatischer Fibrillen, welcher vom Centralplasma geraden Wegs zum Grunde der Einstülpung zieht, die wir schon früher auf das Staborgan der Noctiluca bezogen haben (10 d, p). Hertwig lässt es etwas zweifelhaft, ob die Fibrillen dieses Stranges wirklich plasmatischer Natur sind, doch glaube ich, dass wir dies, nach den Erfahrungen bei Noctiluca, getrost annehmen dürfen.

3. Färbung des Plasmas. Bei mikroskopischer Betrachtung scheint das Plasma der Noctiluca ganz farblos, namentlich sind die Plasmastrahlen, wie die verschiedenen Autoren versichern, ganz durchsichtig und farblos. Die zahlreichen Einschlüsse, welche im Plasma vorkommen können, verleihen der Centralpartie gewöhnlich eine gelbliche bis bräunliche Färbung. Dennoch scheint es mir möglich, dass das Plasma selbst eine sehr schwache Färbung besitze. Zahlreiche Beobachter (Suriray, Macartney, Byerly [bei Webb], Dönitz, Vignal und Pouchet) versichern nämlich, dass eine dickere Schicht von Noctilucen, wie sie an der Meeresoberfläche häufig gefunden wird, röthlich gefärbt erscheine. Man könnte zwar annehmen, dass diese Färbung ganz auf Rechnung der Plasmaeinschlüsse zu setzen wäre, was auch Robin behauptet, doch finden sich unter diesen, soweit bekannt, keine von röthlicher Farbe. Ich halte es daher für möglich, dass das Plasma eine sehr zarte röthliche Färbung besitzt, welche erst in dickerer Schicht deutlich erkennbar wird; wir lernten ja eine ganze Anzahl mariner Dinoflagellaten kennen, welche eine solche Plasmafärbung zeigen.

Der Körper des Leptodiscus ist ganz durchsichtig, wasserklar, nur das Centralplasma erscheint als ein weisslicher Punkt. Auf der convexen Scheibenseite ist ein irisirender Schimmer bemerkbar, der möglicherweise auf den erwähnten besonderen Structurverhältnissen der Wand dieser Seite beruht.

4. Plasmaeinschlüsse. Unter diesen treten uns fett- und eiweissartige entgegen, doch sind die Untersuchungen über dieselben bis jetzt noch wenig ausführlich.

Sowohl im Centralplasma der Noctiluca wie in den Plasmastrahlen und namentlich in dem Netz der Körperwand trifft man zahlreiche stark lichtbrechende und nach Robin gelbliche bis orangegelbliche Körnchen on rundlicher bis länglicher Gestalt; auf ihnen beruht die gelbliche bis bräunliche Färbung des Centralplasmas. Sie finden sich stets in den Plasmafäden oder sind denselben scheinbar angefügt; wenn man sie anscheinend frei in den Maschen der Körperwand beobachtet, so ist dies nur eine Täuschung, sie liegen dann in dem feinen Netzwerk, welches, wie bemerkt, diese Maschen noch erfüllt. Leider wurde die Natur dieser Einschlüsse noch nicht sicher gestellt. Mittels Karminfärbung konnte Vignal zwei Arten von körnigen Einschlüssen unterscheiden, indem sich die einen färbten, die anderen ungefärbt blieben. Erstere vergleicht er den Dotterplättchen niederer Wirbelthiere und hält sie demnach auch wohl für eiweisshaltig. Ich kann hierzu bemerken, dass ich im Centralplasma conservirter Noctilucen häufig polyedrische, blättchenartige Körperchen fand, welche sich also dieser Auffassung anschliessen würden. Leider vässt nun aber Vignal zweifelhaft, welche Art dieser Einschlüsse den erst geschilderten, im lebenden Wesen zu beobachtenden Granulationen entspreche. — Ausserdem findet man nun aber im Plasma recht häufig auch grössere Fetttropfen (bis 0,01 Mm. Durchm.), wie durch ihre Osmiumsäurereaction und Färbung mit Quinolein sicher gestellt wurde (Vignal). Robin hat derartige Fetttropfen manchmal so reichlich im Centralplasma gefunden, dass dasselbe viel umfangreicher wie gewöhnlich erschien. Reich mit solchen Tropfen versehene Noctilucen sollen nach diesem Forscher den von Busch zu einer besonderen Art, Noctiluca punctata, erhobenen Individuen zu Grunde gelegen haben. Von einer besonderen Färbung der Fetttropfen wird nichts berichtet, wogegen Allman zuweilen zahlreiche „gelbbraune ölähnliche Tropfen“ in der peripherischen Schicht des Centralplasmas gefunden haben will.

Entsprechenden Einschlüssen begegnen wir nach Hertwig auch bei Leptodiscus. Fettkügelchen finden sich spärlich in dem „nahezu homogenen Plasma“; eine zweite Art von Einschlüssen, welche auch Hertwig den Dotterplättchen vergleicht, findet sich nur an der Innenseite der convexen Körperwand, und zwar reichlicher gegen die Peripherie hin, sowie um den Eingang der von uns auf das Staborgan bezogenen Einsenkung. Es sind mattglänzende Kugeln von etwa 0,003 Durchm., welche sich weder mit Karmin färben noch bei Essig-

säurezusatz gerinnen. Hertwig hält sie für Eiweisskugeln mit geringem Fettgehalt, was ich nach den angegebenen Reactionen nicht recht verstehe.

Vacuolen bilden sich sehr häufig im Plasma der Noctiluca und treten auch zeitweilig in dem des Leptodiscus auf. Dieselben scheinen durchaus gewöhnliche Flüssigkeitsvacuolen von nicht contractiler Natur zu sein. Sie kommen eben sowohl im Centralplasma wie in den Plasmastrahlen und dem peripherischen Maschenwerk der Noctiluca vor; an letzterem Ort sind sie natürlich klein. Mit den Strömungen des Plasmas werden die Vacuolen gleichfalls umher geführt. Vignal will auch beobachtet haben, dass gelegentlich mehrere Vacuolen zu einer grösseren zusammenfliessen und umgekehrt auch eine Vacuole zuweilen in kleinere zerfalle.

Nahrungsvacuolen. Alle durch den Mund in das Centralplasma der Noctiluca aufgenommenen Nahrungskörper werden darin von Nahrungsvacuolen umschlossen, über deren Entstehung noch nichts bekannt ist. Es bleibt also zweifelhaft, ob die meist nicht sehr ansehnliche Flüssigkeitsmenge, welche den Nahrungskörper umgibt, vom Plasma ausgeschieden wird, was ich in diesem Fall für wahrscheinlicher halte, oder ob sie gleichzeitig mit der Nahrung von aussen aufgenommen wird. Jedenfalls bilden sich die Nahrungsvacuolen ursprünglich im Centralplasma und treten erst, wie es sehr gewöhnlich geschieht, aus diesem auf die Plasmastrahlen über. Je nach der Grösse der verschlungenen Nahrungskörper schwankt auch das Volum der Vacuolen und da nicht selten Körper verschlungen werden, die den Durchmesser der Noctiluca nahezu erreichen, so können sich unter Umständen Vacuolen bilden, welche die Noctilucablase fast erfüllen. Nur Vignal will beobachtet haben, dass diese Vacuolen von einer deutlich doppelt contourirten Membran umschlossen seien, obgleich auch er an ihrem Entstehen und Entleertwerden mit der Ausstossung der unverdauten Nahrungsreste nicht zweifelt. Mag es sich nun bei dieser Beobachtung nur um ein gegen die Flüssigkeit der Vacuole verdichtetes Oberflächenhäutchen des Plasmas gehandelt haben oder um ein optisches Phänomen, jedenfalls können wir für die Nahrungsvacuolen der Noctiluca, so wenig wie für die anderer Protozoën die Existenz einer besonderen Membran zugeben.

Bei Leptodiscus wurde die Bildung besonderer Nahrungsvacuolen nicht beobachtet.

5. Nucleus. Die Cystoflagellaten wurden bis jetzt, wie die Mastigophoren gewöhnlich, nur einkernig gefunden. Der im Verhältniss zu der Grösse der Wesen nicht sehr ansehnliche Kern liegt, wie bemerkt, stets im Centralplasma und ist von kugliger bis ellipsoidischer Gestalt. Nach den Angaben Vignal's und Robin's nimmt seine Grösse meist ziemlich entsprechend den Grössenverhältnissen der Noctiluca zu und wächst bis 0,05 heran. Eine deutliche Kernmembran (nach Hertwig bei Leptodiscus relativ dick und doppelt contourirt) ist vorhanden.

Die Structur des Noctilucakernes ist leider noch nicht genügend erforscht. Die Beobachter stimmen darin überein, dass der lebende Kern ganz hell, durchsichtig und homogen erscheine. Vignal behauptet sogar, dass der Nucleus im lebenden Zustand gar nicht sichtbar sei, eine jedenfalls irrthümliche Angabe. Die meisten Forscher wollen nun auch nach der Behandlung mit Reagentien eine feinere Kernstructur vermisst haben, und nehmen also an, dass der Nucleus aus einer ganz homogenen Substanz bestehe, so noch Vignal und Robin. Schon M. Schultze berichtete jedoch, dass der Kern aus zahlreichen zart contourirten, kugligen Gebilden zusammengesetzt sei, wogegen Cienkowsky diese Erscheinung in folgender Weise zu erklären versuchte. Gewöhnlich werde der Kern von einem gleichmässigen „protoplasmatischen Inhalt" erfüllt; „beobachte man diesen aber anhaltend, so werde man bald gewahr, dass er mitunter Formveränderungen zeige. Oft ziehe er sich von der Nucleuswand zurück, bilde Stränge und verzweigte Strahlen, die nach einer Weile wieder eingezogen würden (49, 14 d). Diese protoplasmatischen Fortsätze erscheinen nun, wenn sie senkrecht zum Beobachter zu stehen kämen, wie Körperchen von verschiedenen Umrissen und Grössen." Wir dürfen uns, wie gesagt, nach diesen, bis jetzt vorliegenden Mittheilungen keiner genügenden Kenntniss des Noctilucakernes rühmen.

Bei Leptodiscus hat Hertwig die Kernstructur etwas genauer untersucht. Die Kernsubstanz, welche die Membran ganz erfüllt, ist gewöhnlich deutlich in zwei ungleich grosse, durch eine ziemlich scharfe quere Linie begrenzte Partien gesondert, von welchen die kleinere eine homogene, die grössere eine fein granulirte Beschaffenheit besitzt (50, 10 f); die homogene Partie imbibirt sich rascher mit Carmin wie die granulirte. Aehnliche Structurverhältnisse sind uns schon am Kern gewisser Rhizopoden begegnet und finden sich auch am Keimbläschen mancher Eier. Ich vermuthe, dass sich bei genauerer Untersuchung diese Structurverschiedenheit der Kernsubstanz in der Art erklären wird, dass die anscheinend homogene Partie einen sehr feinnetzigen, die granulirte einen gröber netzigen Bau besitzt. Hertwig beobachtete jedoch auch einige Male einen etwas abweichenden Bau, der nach seiner Vermuthung vielleicht mit Theilungsvorgängen der Kerne zusammenhängt. In einem Fall waren in der granulirten Substanz eine Anzahl dichterer nucleolusartiger Körperchen vorhanden, in einem anderen (10 g) war die gewöhnliche Kernstructur ganz verschwunden: in einem reichlich vorhandenen Kernsaft fand sich ein grösseres kugliges Körperchen, aus einer dichteren Rindensubstanz und einem kleinen nucleolusartigen Gebilde in der inneren Safthöhle bestehend und daneben in dem Kernsaft noch einige verschieden grosse nucleolusartige Gebilde.

Bei Noctiluca ergaben nun die Untersuchungen Robin's, dass die Theilung des Kernes sehr gut mit dem Schema der indirecten Theilung übereinstimmt, wir glauben jedoch die hierüber vorliegenden Erfahrungen

besser erst bei der Besprechung der Fortpflanzungserscheinungen erörtern zu sollen.

6. Das Peristom und die in ihm befindlichen Organe. Von der allgemeinen Lage und Gestalt des Peristoms gaben wir schon früher eine Schilderung, die wohl genügen wird; dagegen müssen wir die in ihm befindlichen wichtigen Organe noch etwas genauer nach ihrer Lage und Beschaffenheit betrachten.

Nach meinen Erfahrungen erstreckt sich die langspaltförmige, ganz schmale Mundöffnung über den ganzen Boden des Peristoms hin, soweit derselbe mit dem eigentlichen Centralplasma in Berührung steht, also etwa von der hinteren Grenze der sog. Lippe bis an die hintere Peristomwand (49, 14 a, m). Hier gehen eben die Wände des Peristoms direct in das undifferenzirte Centralplasma über, welches an dieser Stelle nackt und offen liegt. Man kann diese spaltförmige Mundöffnung bei günstigem Einblick in das Peristom ganz gut sehen. Zwischen der Basis der Bandgeissel und der Lippe, wohin fast alle früheren Beobachter das Cytostom verlegen, konnte ich nie etwas von einer Oeffnung wahrnehmen. Gegen eine solche Lage spricht auch der Umstand, dass das Centralplasma in diese Gegend gewöhnlich nicht mehr reicht, vielmehr zieht hier am Boden des Peristoms der Fibrillenstrang hin, welcher sich zu der Basis der Bandgeissel und dem Zahn begibt.

Ein Mund wurde zum ersten Male von Krohn genauer geschildert, als eine grosse rundliche Oeffnung, welche sich zwischen der Basis der Bandgeissel und dem Ursprung der hinteren Geissel erstrecke. Ihm schloss sich Huxley innig an und zeichnete eine womöglich noch weitere und grössere Oeffnung an der gleichen Stelle. Auch die späteren Beobachter, mit Ausnahme von Cienkowsky, verlegen das Cytostom an diesen Ort, doch ist es nach Robin nicht eine weite rundliche Oeffnung, sondern ein schmaler Längsspalt. Eigenthümlich ist die Darstellung Allman's; nach ihm ist das Cytostom eine rundliche Oeffnung dicht hinter der Basis der Bandgeissel und diese führe in einen ziemlich langen röhrenförmigen Schlund, auf dessen Grund die hintere Geissel entspringe, welche der Mundöffnung zu gerichtet sei. Von der äusseren Wand dieses Schlundes entspringe der Zahn und rage in ihn hinein. Ich kann mir diese Schilderung nur so erklären, dass Allman die Leiste, von welcher sich der Zahn erhebt, in der seitlichen Ansicht des Peristoms für die äussere Grenzwand eines Schlundrohres gehalten hat und dadurch auch zu der Vorstellung von der Lage der Mundöffnung hinter der Basis der Bandgeissel kam. Als scheinbare Umgrenzungen dieser Mundöffnung deutete er wohl z. Th. die Basalleisten der Bandgeissel. Für ganz unrichtig halte ich auch die Angaben Stein's über das Cytostom. Was er als solches beschreibt, kann nur das Falten- oder Leistensystem sein, welches sich mehr oder weniger kenntlich von der Basis der Bandgeissel zu dem Zahn hinzieht.

Auch bei Cienkowsky vermissen wir eine genauere Beschreibung des Cytostoms, namentlich ist es auf seinen Abbildungen gar nicht dargestellt, doch deutet die Bemerkung, dass es sich auf dem Grunde der trichterförmigen Einsenkung (des Peristoms) finde und die Thatsache, dass es auf den Abbildungen, welche die Region vor dem eigentlichen Mund darstellen, nicht angegeben ist, darauf hin, dass C. wohl richtig beobachtet hat.

Die sog. Bandgeissel oder der Tentakel ist das am weitesten vorn, etwa mitten zwischen dem Vorderrand des Peristoms und dem Vorderende der Mundöffnung entspringende Organ (49, 14 a—b, t). Im nicht retrahirten Zustande ragt es weit aus dem Peristom heraus, indem es

eine Länge von durchschnittlich dem halben Körperdurchmesser erreicht. Es soll zwar nach den Angaben und den Abbildungen einiger Autoren auch bis zum Durchmesser des Körpers und mehr heranwachsen, doch halte ich das für ungewöhnlich, wenn überhaupt vorkommend.

Die Bandgeissel ist ein contractiles Organ, daher in ihrer Gestalt wechselnd, bald gestreckt, bald mehr oder minder eingerollt. An ihrer Basis erreicht sie eine Breite von 0,04 und verschmälert sich allmählich nach dem Ende zu, welches aber doch noch ziemlich stumpf ist. Sie ist im Querschnitt nicht cylindrisch, sondern mehr oder weniger bandförmig abgeplattet (50; 11,d) und so befestigt, dass der grössere Querdurchmesser quer zum Peristom gerichtet ist. Dabei sind aber ihre beiden Breitseiten nicht gleich gebildet, sondern die nach dem Mund schauende ist rinnenförmig vertieft oder ausgehöhlt, die abgewendete dagegen schwach vorgewölbt. Allman will auch bemerkt haben, dass die rinnenförmige Aushöhlung veränderlich ist, dass sich nämlich die beiden Ränder soweit nähern können, indem sich die Rinne vertieft, bis sie einen fast geschlossenen Kanal herstellen. Es ist ja nicht unmöglich, dass die Bandgeissel auch in der Querrichtung eine solche Contractilität besitzt wie in der Längsausdehnung. Nach dem Ende zu soll sich die Abplattung allmählich verlieren, der Querschnitt also mehr rund werden.

Das gesammte Organ ist ein Auswuchs des Körperplasmas und seine Verbindung mit der Centralmasse desselben haben wir schon früher kennen gelernt. Doch zeigt das Plasma, welches die Bandgeissel bildet, besondere Differenzirungen, die jedenfalls mit ihrer Function in Zusammenhang stehen. Zunächst ist an ihr eine membranartige äussere Umhüllung recht wohl zu erkennen und an günstigen Präparaten konnte ich mich überzeugen, dass diese Hülle eine zwar äusserst feine, doch ganz deutliche Querringelung besitzt (50, 11, cut). Das innere Plasma grenzt sich wenigstens an Osmiumsäurepräparaten ziemlich scharf durch einen kleinen Zwischenraum von der Membran ab und erfüllt das Organ völlig; dasselbe ist also nicht hohl, wie verschiedene ältere Beobachter angaben. Dies Plasma erweist sich nun auch von netziger Structur, doch mit verschiedener Beschaffenheit der ausgehöhlten und der convexen Seite. Auf der ersteren (enc) ordnen sich die Plasmafäden so, dass sie in geringen Abständen regelmässig quer und parallel zu einander ziehen, worauf die Querstreifung des Organs beruht. Jedes quere Fädchen besitzt in regulären Abständen eine Anzahl varicöser knötchenartiger Verdickungen und alle entsprechenden Verdickungen sind in der Längsrichtung durch feinere Fädchen mit einander verbunden. Die Differenzirung der concaven Seite ist also im Allgemeinen derart, dass sich die im gewöhnlichen Plasma unregelmässige Netzstructur zu einer regelmässigen, mit viereckigen Maschen umgestaltet hat. Auf der convexen Seite findet sich dagegen ein Netzwerk von unregelmässigerer Bildung (cov), so dass hier keine Querstreifung hervortritt. Betrachtet man den optischen Durchschnitt des Tentakels (d), so bemerkt man, dass das Netzwerk der beiden Seiten nicht unverbunden

ist, sondern dass die Knotenpunkte beider Netzwerke durch Fädchen, welche in der Dickenrichtung der Geissel ziehen, unter einander verbunden sind.

Die älteren Beobachter (namentlich Quatrefages) verlegten die Querstreifung in die Membran der Bandgeissel und Blainville wollte sie auf quere Muskelfasern beziehen. Krohn betonte dagegen zuerst, dass die Streifung ihren Sitz im Innern habe. Schon frühzeitig wurde der Gedanke ausgesprochen, dass diese Structur mit der der quergestreiften Muskelfasern vergleichbar sei; namentlich Vignal versuchte durch seine Beobachtungen über den feineren Bau der Bandgeissel eine solche Auffassung zu befestigen. Nach ihm soll die Streifung darauf beruhen, dass an der Concavseite der Bandgeissel eine Längsreihe von rechteckigen, stärker färbbaren Querstreifen oder Kästchen hinziehe, welche durch schmälere, nicht gefärbte Zwischenräume von einander getrennt werden. Auf der convexen Seite findet er eine Lage von Granulationen. Ich muss gestehen, dass ich ausser Stande bin, den von mir beobachteten Bau mit den Angaben Vignal's in Einklang zu bringen, doch habe ich keinen Grund desshalb, an den sehr deutlich gesehenen Verhältnissen zu zweifeln. Die Bauweise, welche sich aus meinen Untersuchungen ergibt, scheint zu beweisen, dass sich die Querstreifung der Bandgeissel nicht mit den complicirteren Einrichtungen des quergestreiften Muskels, sondern der Anordnung des Plasmanetzwerkes in den gewöhnlichen, glatten Muskelfasern vergleichen lässt, welche nach meinen Erfahrungen häufig dieselbe ist wie die der Concavseite der Bandgeissel. Dies Resultat harmonirt denn auch besser mit der allgemeinen Organisationsstufe, welche die Noctiluca erreicht.

Erst Huxley beobachtete deutlich, dass sich an der Basis der Bandgeissel, wo dieselbe in die Wände und den Boden des Peristoms übergeht, eigenthümliche Verhältnisse finden, von welchen auch schon Krohn etwas bemerkt hatte. Namentlich entdeckte ersterer den sogen. Zahn (14 a—c, Z), welcher in einem gewissen Zusammenhang mit der Tentakelbasis steht und schilderte denselben schon recht gut. Cienkowsky aber gab zuerst in seiner zweiten Abhandlung eine genauere Darstellung der ganzen Einrichtung, von welcher Robin's Schilderung nicht wesentlich abweicht. Zunächst bemerkt man, dass die beiden seitlichen Ränder der Bandgeissel, da wo sie die Körperwand erreichen, je in eine ziemlich rechtwinklig zu der Längsaxe des Peristoms verlaufende, schwache leistenartige Verdickung der Körperwand übergehen, die einen etwas geschwungenen Verlauf nehmen und sich endlich verschmälernd verlieren (14 a, 14 c, a u. bc). Weiter sieht man aber gewöhnlich von dem linken Basalrand der Bandgeissel noch eine zweite ähnliche Leiste entspringen (14 e, b), welche ihren Verlauf nach der rechten Peristomwand nimmt und längs dieser hinzieht, um in den freien nach dem Peristominneren schauenden Rand der Zahnlamelle überzugehen. Eine ähnlich verlaufende Leiste wird zuweilen beschrieben, welche von der rechten Basis der Bandgeissel ausgeht, und parallel der ersteren verlaufend, sich gleichfalls zu der Zahnleiste begibt, um, wie es mir scheint, in die Basis derselben überzugehen. Alle geschilderten Leisten erscheinen etwas gelblich und wurden von Cienkowsky sehr unglücklich als Borsten bezeichnet. Robin hält sie für Verdickungen der Membran; ich glaube, dass sie wie die beiden Falten oder Leisten des Staborganes im wesentlichen auf einer Verdickung und schwachen Erhebung der protoplasmatischen Körperwand beruhen. Ob die nach dem Zahn sich begebenden

Leisten immer deutlich zu bemerken sind, scheint mir fraglich; an den conservirten Exemplaren, die ich untersuchte, war gewöhnlich nur sehr wenig von ihnen zu sehen und auch auf Cienkowsky's Abbildungen sind sie bald gezeichnet, bald dagegen nicht. Vielleicht sind es auch zeitweilige Faltenbildungen in der rechten Peristomwand, die das stärkere Hervortreten dieser Leisten bewirken.

Die schon erwähnte Zahnlamelle (z) wird durch eine protoplasmatische, lamellenartige Einwachsung der rechten Wand des Peristoms, etwa mitten zwischen der Basis der Bandgeissel und dem Vorderrand der Mundöffnung gebildet. Diese Lamelle läuft dem Peristomboden etwa parallel und ungefähr in halber Höhe zwischen Boden und äusserer Mündung. Sie erscheint, wenn man von oben in das Peristom blickt (14a u. c), gewöhnlich deutlich trapezförmig, mit längerer Basis und kürzerer freier Schneide, sowie zwei schief aufsteigenden Rändern, einem vorderen und einem hinteren. Die Ecken, welche die freie innere Schneide mit den beiden schiefen Rändern bildet, sind in zahnartige Spitzen ausgezogen und häufig erhebt sich zwischen diesen beiden Spitzen aus der Schneide noch ein mittlerer, etwas grösserer, an seinem Ende zweispitziger Vorsprung. Wie schon Huxley beobachtete, kann sich unter Umständen noch eine vierte Spitze des Zahnes entwickeln. Betrachtet man die Zahnlamelle im optischen Querschnitt, so ist zu sehen, dass sie ziemlich dick und etwas gegen den Boden des Peristoms gekrümmt ist. Der Zahn besteht, wie bemerkt, aus Protoplasma; ob sich an ihm eine Membran deutlicher wie an dem übrigen Körper unterscheiden lässt, lasse ich dahin gestellt. Die Streifung, welche Robin an ihm bemerkte, ist nichts weiter wie die fibrilläre Differenzirung seines Plasma, welche manchmal recht kenntlich hervortritt.

Dicht hinter dem Zahn und etwas tiefer wie derselbe entspringt eine ähnliche protoplasmatische leistenartige Hervorragung, die sogenannte Lippe (14a, l; 14c), welche Cienkowsky entdeckte; doch sah auch wohl Allman schon etwas von derselben. Das, was Krohn als Lippe bezeichnete, war wohl die Zahnleiste. Der Vorderrand der Lippe schliesst sich dicht an das Hinterende des Zahnes an. Wenn man von oben in das Peristom blickt, so erscheint sie als eine meist ziemlich halbkreisförmige Hervorragung, deren Hinterende die Mundspalte gewöhnlich etwas überdeckt. Nicht selten fand ich aber ihre Umrisse etwas unregelmässiger. Am Vorderrande der Lippe entspringt nun die kleine hintere Geissel oder Cilie (f), jedoch vermag ich ihre genaue Insertion nicht anzugeben und kann dieselbe auch nicht aus der, leider in vieler Hinsicht sehr unbestimmten Darstellung Cienkowsky's entnehmen. Jedenfalls liegt ihr Ursprung dicht bei oder an der Lippe, also auch dicht am Vorderrande der Mundspalte. Diese Geissel ist, wenn man ihre Lage einmal kennt, selbst bei gut conservirtem Material nicht schwer aufzufinden, doch bedurfte Krohn, wie Huxley und Cienkowsky mit Recht bemerken, einer sehr guten Beobachtungsgabe, um sie zum

ersten Mal wahrzunehmen. Dass sie Vignal und Stein vermissten, lag jedenfalls nicht an ihrem Material, sondern an ihnen selbst; beide haben übrigens auch weder den Zahn noch die Lippe erkannt und sind daher hinter den Forschern älterer Zeit weit zurückgeblieben.

Das Organ ist nach Art der gewöhnlichen Mastigophorengeisseln ein in der ganzen Länge gleich dicker Faden und reicht im gestreckten Zustand wohl etwas über das Vorderende des Peristoms hinaus. Ein solcher Verlauf nach der Basis der Bandgeissel ist ihr, wie es scheint, auch immer eigen, und da sie gewöhnlich nicht gestreckt, sondern in viele Wellen gelegt ist, so ragt sie aus dem Peristom nicht hervor, wodurch ihre Wahrnehmung erschwert wird.

Wir glauben am besten schon an dieser Stelle auf die Bewegungserscheinungen der beschriebenen Peristomorgane eingehen zu sollen. Die zuletzt beschriebene kleine oder hintere Geissel macht, ihrer Bildung entsprechend, Bewegungen gleich denen gewöhnlicher Geisseln; sie bestehen nach den Schilderungen der verschiedenen Autoren in Wellen, welche mehr oder weniger rasch, unter Umständen rapid, über sie hineilen — bald sehr zahlreiche kleine, bald wenigere und grössere Wellen. Es scheint, dass die Geissel abwechselnd thätig ist und ruht, denn einige Beobachter (Webb und West) betonen das Intermittiren der Bewegung besonders. Peitschenförmige Bewegungen scheinen gleichfalls vorzukommen, auch kann sich die Geissel unter Contraction zurückziehen und plötzlich wieder vorschnellen. Wie die Wellen über die Geissel verlaufen, ist aus den Schilderungen nicht bestimmt zu entnehmen; aus einer Bemerkung Cienkowsky's scheint hervorzugehen, dass sie von der Insertionsstelle nach dem freien Ende ziehen.

Die meisten Beobachter sind der Ansicht, dass die Geisselbewegungen die Zuführung von Nahrungskörpern zu der Mundöffnung bewirken. Bewegungen des Noctilucakörpers vermag die Geissel sicher nicht hervorzubringen. Dass sie mit der Athmung etwas zu thun habe, wie West auf Grund irrthümlicher Vergleiche anzunehmen geneigt war, entbehrt jeder Begründung.

Die Bewegungen, welche die Bandgeissel ausführt, werden von allen Beobachtern seit Suriray als sehr träge geschildert. Sie soll sich langsam nach den verschiedensten Richtungen biegen und wieder aufrichten, ohne dass der Körper eine Ortsveränderung erleide, sondern höchstens in ein Hin- und Herschwanken gerathe. Vignal zählte in der Minute etwa 5 Bewegungen. Mit der Angabe der meisten Forscher, dass Bewegungen nach den verschiedensten Richtungen ausgeführt werden können, harmonirt die Bemerkung Vignal's, dass die Contraction und Einbiegung stets nach der gestreiften Concavseite geschehe, nicht recht, dennoch mag dem so sein, da sich ja diese Seite durch eine besondere Plasmadifferenzirung auszeichnet und die Bandgeissel der getödteten Thiere stets nach dieser Seite eingerollt ist. Langsamer noch wie Contraction und Biegung soll nach Vignal die Streckung vor sich gehen, wobei noch

das Eigenthümliche beobachtet werde, dass sich zunächst das Ende der Geissel der Basis nähere, worauf erst die Ausstreckung erfolge. Unter Umständen kann sich auch die Bandgeissel so stark contrahiren und zusammenrollen, dass sie ganz in das Peristom tritt und scheinbar verschwindet. Selbst der restirende Stumpf einer abgebrochenen Bandgeissel soll sich nach Webb noch bewegen, sich jedoch rasch an der Basis ablösen. Dieser Beobachter findet die Bandgeissel überhaupt sehr zerbrechlich.

Da auch die Bandgeissel, wie bemerkt, ohne erheblichen Einfluss auf die Körperbewegungen ist, so vermuthen einige Beobachter (Krohn, Vignal), dass sie ebenfalls bei der Zufuhr grösserer Nahrungskörper zum Munde mitwirke, was auch möglich sein kann.

Nur Webb (23) will auch active Bewegungen des Zahns beobachtet haben; soweit ich die Mittheilung verstehe, soll sich derselbe abwechselnd gegen den Boden des Peristoms zu krümmen und wieder aufrichten. West (bei Brightwell 24) leugnet dagegen die selbstständige Bewegungsfähigkeit dieses Organes, doch sah er es wiederholt bei den Biegungen der Bandgeissel in passiver Bewegung. Es scheint mir übrigens nicht unmöglich, dass der Zahn gelegentlich auch activ bewegt wird, sein Bau wenigstens spricht eher für als gegen eine solche Thätigkeit.

Nachdem die Verhältnisse bei Noctiluca im Vorstehenden erörtert wurden, haben wir noch diejenigen von Leptodiscus zu betrachten. Wie früher bemerkt, wurde hier ein der Bandgeissel vergleichbares Organ nicht gefunden, dagegen der Repräsentant der hinteren Geissel, als ein in seiner ganzen Länge gleich dicker Geisselfaden (Taf. 50, Fig. 10 d, f), der etwa die doppelte Länge der grössten Dicke der Leptodiscusscheibe erreicht. Diese Geissel entspringt auf der Ventralseite aus der engen röhrigen Einsenkung, welche Hertwig als Geisselscheide bezeichnete und die wir für das eigentliche Peristom halten möchten. Wo sie jedoch innerhalb desselben ihre Insertion findet, wurde bis jetzt noch nicht sicher ermittelt. Hertwig weist die Deutung dieser Röhre als Peristom hauptsächlich desshalb zurück, weil er sie zu eng für den Durchtritt von Nahrungskörpern hält. Da jedoch nur sehr kleine Nahrungskörper im Plasma beobachtet wurden und auch die hintere Geissel der Noctiluca in directer Beziehung zur Mundöffnung zu stehen scheint, muss ich einstweilen die hier gegebene Auffassung für wahrscheinlicher halten.

Rückbildung des Peristoms und seiner Organe beim Uebergang in den sog. Ruhezustand. Mit zahlreichen anderen Mastigophoren stimmt Noctiluca darin überein, dass ihre Bewegungsorgane nicht selten rückgebildet werden, resp. verloren gehen, wodurch ein Zustand hervorgerufen wird, den wir auch hier mit einigem Recht als einen ruhenden bezeichnen können. Ein wirklicher Ruhezustand, unter Bildung einer schützenden Cystenmembran, wurde aber bis jetzt bei Cystoflagellaten noch nie sicher beobachtet.

Die Vereinfachung der Organisation erstreckt sich bei der Bildung des Ruhezustandes nicht allein auf die Geisseln, sondern ergreift auch das gesammte Peristom und seine Organe, sowie das Staborgan. Indem sich alle diese Theile rückbilden, wird die Noctiluca zu einer regulär kugligen Blase ohne Andeutung der früheren Peristomeinsenkung; ihre Stelle wird nur noch durch das Centralplasma an der Wand der Blase bezeichnet. Das von letzterem ausstrahlende Plasmanetz erhält sich intact, wie natürlich auch der Nucleus.

Der genauere Vorgang bei der Ausbildung des Ruhezustandes wurde zuerst von Cienkowsky, dann auch von Robin etwas näher verfolgt, doch bleibt noch manches weiterer Aufklärung vorbehalten. Zunächst geht die Bandgeissel verloren. Robin scheint zu glauben, dass dieselbe abgeworfen werde, wie dies mit den Geisseln der Mastigophoren unter derartigen Verhältnissen gewöhnlich geschieht. Cienkowsky hat zwar einen solchen Vorgang bei der Bildung ruhender Zygoten durch Copulation zweier Individuen selbst beobachtet, wie später noch specieller dargelegt werden wird, dagegen bei dem Uebergange gewöhnlicher Individuen in den Ruhezustand die Einziehung der Geissel wahrgenommen. Dabei trat meist zunächst an einer Stelle der Bandgeissel eine Anschwellung auf, in deren Plasma die Querstreifung schwand, darauf verkürzte sich die Geissel allmählich und schrumpfte schliesslich zu einer Warze zusammen, welche endlich eingezogen wurde. Es liegt kein Grund vor, an dieser Darstellung Cienkowsky's zu zweifeln, so dass also sich bei den Cystoflagellaten zwei verschiedene Modi des Geisselverlustes finden.

Die Rückbildung des Peristoms geschieht, soweit bekannt, in der Weise, dass sich dessen Wände dicht zusammenlegen, worauf ihr Plasma verschmilzt; natürlich müssen dabei auch die übrigen Organe des Peristoms, der Zahn, die Basalleisten der Bandgeissel, die Lippe und die hintere Geissel wieder mit dem Centralplasma zusammenfliessen. Nur für die hintere Geissel könnte man auch an einen Verlust durch directes Abwerfen denken; specielle Angaben hierüber liegen nicht vor. Nach den Bemerkungen Robin's soll auch das Staborgan ganz eingehen, was wohl durch Einziehung der zu ihm tretenden Plasmafäden geschehen dürfte. Cienkowsky spricht sich darüber weniger bestimmt aus, dennoch bemerkt er, dass das Staborgan ganz „unmerklich" werde.

Ruhende Noctilucen beobachtete zuerst Joh. Müller in Menge im Mittelmeer, doch sprach er mit grosser Bestimmtheit von einer glashellen Hülle, welche den eigentlichen Thierkörper umgebe. Er fasste sie dementsprechend auch als encystirte Formen auf. Kurz hierauf erwähnte auch Baddeley (24) das häufige Fehlen der Bandgeissel. Cienkowsky nimmt mit Bestimmtheit an, dass sich Müller's Beobachtung auf die geschilderten ruhenden Formen beziehe; ich muss dies zwar auch für das wahrscheinlichste halten, dennoch habe ich, wegen der so bestimmt angegebenen Cystenhülle, einige Zweifel, ob die von Müller gesehenen Zustände nicht einige Besonderheiten darboten.

Auf der Challengerexpedition wurden im offenen Ocean, in der Region der Passatwinde, grosse Mengen leuchtender Organismen beobachtet, welche Whywille Thomson u. Murray*)

*) Proceed. roy. soc. London. Bd. 24. 1876. p. 533.

für Diatomeen hielten und unter dem provisorischen Namen Pyrocystis kurz beschrieben, sowie z. Th. abbildeten. Eine Form derselben erhielt wegen ihrer grossen Aehnlichkeit mit Noctiluca den Speciesnamen „Pseudonoctiluca". Schon S. Kent (38) sprach die Vermuthung aus, dass dieses Wesen eine „encystirte Noctiluca" und identisch mit den von Müller beschriebenen Cysten sei. Auch ich muss mich dieser Ansicht anschliessen und kann noch bemerken, dass die Untersuchung einiger dieser angeblichen Pyrocysten, welche ich Murray verdanke, ergab, dass eine besondere Cystenmembran nicht vorhanden ist. Murray und Thomson wollten eine sehr zarte „kieselige" Hülle beobachtet haben, welche aber sicherlich fehlt, denn sie lässt sich weder direct sehen, noch bleibt bei der Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure die geringste Spur einer solchen zurück. Ich halte demnach Pyrocystis pseudonoctiluca für ruhende Noctilucen, wie sie oben beschrieben wurden. Auf der Abbildung, welche Murray's Mittheilung begleitet, ist übrigens auch eine Peristomeinsenkung zu sehen, woraus ich fast schliessen möchte, dass die Rückbildung der Organe bei den vermeintlichen Pyrocysten z. Th. noch nicht so weit gegangen war, wie gewöhnlich. Eine zweite langspindelförmige Pyrocystisart, welche gleichfalls leuchtete (P. fusiformis), möchte Kent als den encystirten Zustand von Leptodiscus deuten; ich kann mich mit dieser Auffassung nicht befreunden; eher wäre es möglich, dass diese Pyrocystis fusiformis die Cyste einer besonderen, bis jetzt noch unbekannten Cystoflagellate ist, vielleicht einer zwischen den Dinoflagellaten und den Cystoflagellaten vermittelnden Form, denn das langspindelförmige Gebilde, welches mit einer deutlichen Hülle versehen zu sein scheint, erinnert an die gehörnten Cysten der Dinoflagellaten.

Es scheint nicht zweifelhaft zu sein und stimmt auch mit den Erfahrungen an anderen Mastigophoren gut überein, dass die ruhenden Noctilucen unter Neuentwicklung der eingegangenen Organe wieder in den vollausgebildeten Zustand übergehen können. Robin hat die Neubildung der fehlenden Organe wenigstens ihrem Verlauf nach geschildert, hegt jedoch die Vorstellung, dass die blasigen Noctilucen, an welchen er dieselbe beobachtete, nicht ruhende rückgebildete Formen gewesen seien, sondern Entwicklungszustände von Schwärmern, welche ihre volle Ausbildung noch nicht erreicht hätten. Nach seiner Angabe schwankten die Durchmesser der fraglichen Noctilucen zwischen 0,15 und 0,9 Mm.; es waren also darunter solche, welche die Maximalgrösse der Noctiluca erreichten; dazu gesellt sich weiter der Umstand, dass zwischen diesen geissellosen Individuen auch solche aller Grössen vorhanden waren, die ihre volle Ausrüstung besassen; schliesslich werden wir später erfahren, dass die Schwärmer wahrscheinlich sehr frühzeitig ihre Bandgeissel entwickeln. Alle diese Punkte scheinen mir aber dafür zu sprechen, dass die Noctilucen, an welchen Robin die Neubildung der Theile verfolgte, nicht Jugendformen, sondern Ruhezustände waren.

Die Neubildung soll nun so verlaufen, dass zuerst ein neuer Mund entstehe, da wo das Centralplasma der Wand anliegt. Derselbe soll sich anfänglich als eine lineäre Runzelung („froncement linéaire") dieser Wandstelle zeigen, erst später treten die beiden den Mund begrenzenden Längsfalten (Lippen nach Robin) mehr auseinander. Die Mundbildung nehme ungefähr dreiviertel Stunden in Anspruch. Es wurde schon früher erwähnt, dass wir den Mund an einer anderen Stelle suchen wie Robin, desshalb halte ich es auch für etwas zweifelhaft, ob die eben kurz angedeutete Entwickelung des Mundes mit der Wirklichkeit harmonirt. Nach-

dem die Bildung des Cytostoms soweit fortgeschritten sei, folge gleich die Einsenkung des Peristoms, sowie die Bildung des Staborganes und der Bandgeissel, welch' letztere in derselben Weise hervorsprosst, wie bei den aus der Theilung hervorgegangenen Sprösslingen. Wir werden desshalb den Bildungsvorgang der Bandgeissel erst bei der Besprechung der Theilung, wo er von Robin genauer beschrieben wurde, darstellen. Die letzterwähnten Entwickelungsvorgänge sollen sich in nicht ganz einer Stunde vollenden.

4. Fortpflanzungserscheinungen.

Die in neuerer Zeit ausgeführten Untersuchungen haben zwei Fortpflanzungsweisen bei Noctiluca sicher gestellt, während die Vermehrung des Leptodiscus leider noch ganz im Dunkeln liegt. Der eine der Processe ist die einfache Zweitheilung, der andere ein Knospungsvorgang zahlreicher kleiner Schwärmer, welcher sich leicht auf rasch verlaufende, fortgesetzte und unvollständige Zweitheilung zurückführen lässt und der vielleicht mit vorhergehender Copulation in Verbindung steht.

A. Fortpflanzung durch Theilung.

Schon Quatrefages vermuthete eine solche Fortpflanzungsweise, da er eingeschnürte, anscheinend in Theilung begriffene Noctilucen fand. Da nun solche Zustände auch durch Copulation entstanden sein können, so lässt sich nicht mit Sicherheit behaupten, dass er thatsächlich schon Theilungen beobachtete. Sicherer scheint dies für die Beobachtungen Krohn's. Derselbe beschreibt zwar die Theilung, welche er öfter gesehen haben will, nicht näher, führt aber an, dass er schon vor der Verdoppelung des Peristoms und seiner Organe zwei Kerne gefunden habe, was wohl nur bei Theilzuständen beobachtet werden dürfte. Etwas genauere Darstellungen und Abbildungen verdanken wir Baddeley (mitgetheilt von Brightwell), doch haben die neueren Beobachtungen Robin's ziemlich sicher erwiesen, dass nicht alle von Baddeley abgebildeten angeblichen Theilungsstadien als solche betrachtet werden können, dass vielmehr die geschilderten Anfangsstadien (speciell Fig. 5) wahrscheinlich eine Art eigenthümlicher Doppelthiere waren, wie sie nach Robin's Erfahrungen auch bei Noctiluca vorkommen. Baddeley wollte die Theilung sowohl bei gewöhnlichen, mit allen Organen ausgerüsteten, wie bei der Bandgeissel entbehrenden Noctilucen gefunden haben, und wenn seine Darstellung der Anfangsstadien richtig wäre, so müsste die Theilung der Noctiluca als eine quere aufgefasst werden. Nun wies aber Robin überzeugend nach, dass die Theilung in der Längsrichtung geschieht, welcher Umstand wohl seine Deutung der von Baddeley beobachteten Anfangsstadien bestärkt. Auch Cienkowsky konnte Theilung beobachten, gab davon aber leider nur eine so kurze Notiz, dass aus derselben wenig mehr als eine Bestätigung der Angaben Baddeley's zu entnehmen ist. Auch er will die Theilung bei normalen und bei ruhenden Exemplaren gefunden haben;

bei den letzteren sollen die beiden Bandgeisseln der Sprösslinge schon vor „dem Schlusse der Theilung" gebildet werden. Letztere Theilzustände waren demnach wohl identisch mit den gleich zu erwähnenden, welche Robin genauer schildert. Bei den sich theilenden gewöhnlichen Individuen will Cienkowsky dagegen schon „gleich am Beginne der Einschnürung eine doppelte Zahl der erwähnten Organe" gefunden haben. Leider vermissen wir auch bei ihm eine Angabe über die Lage der Theilebene zu den Körperregionen.

Wie bemerkt, veröffentlichte Robin die genauesten Mittheilungen über die Theilung, doch lassen sich seine Angaben nicht ganz mit denen der früheren Beobachter vereinigen. Nach ihm soll die Theilung stets im geissellosen Zustand geschehen, da der Vorgang durch ein Verschwinden des Peristoms eingeleitet würde („effacement, d. h. also wohl durch eine Ausebenung desselben, so dass seine Wände nun einen Theil der ganz kuglig gewordenen Körperoberfläche bilden). Ebenso verschwindet die hintere Geissel und nach einiger Zeit auch die Bandgeissel sammt ihren Leisten und der Zahn, doch scheint sich der Verlust der ersteren zuweilen etwas zu verzögern. In welcher Weise die Bandgeissel schwindet, blieb unklar, doch vermuthet Robin, dass sie abgeworfen werde. Der Mund aber soll sich erhalten und dieser Umstand allein würde einen Unterschied gegen den ruhenden Zustand bilden. Gleichzeitig strecken sich die so zur Theilung vorbereiteten Thiere in der Queraxe etwas in die Länge. Obgleich nun Robin mit grosser Bestimmtheit versichert, dass nur in dieser Weise rückgebildete Individuen in Theilung eingingen, möchte ich es, in Anbetracht der Angaben Cienkowsky's, doch für möglich halten, dass auch Theilungen bei Individuen vorkommen, welche die Bandgeissel besitzen; wir wissen ja, dass auch bei den übrigen Mastigophoren Theilungen im ruhenden und im beweglichen Zustande bei einer und derselben Form stattfinden können.

Der weitere Fortschritt zeigt sich zunächst durch eine Theilung des Kernes innerhalb des Centralplasmas. Die Kerntheilung verläuft nach dem bei der Knospenfortpflanzung zu schildernden, indirecten Schema. Nachdem sich die beiden Tochterkerne getrennt haben, rücken sie quer zur Längsaxe der Noctiluca auseinander und gleichzeitig beginnt auch das Centralplasma sich in die Quere zu strecken und trennt sich schliesslich durch Ein- und Durchschnürung in zwei, nur noch durch einige Filamente verbundene Antheile, die beiden Centralplasmapartien der Töchter. Letztere entfernen sich aber in der Querrichtung nicht weit von einander, so dass sie auch an den schon weit gesonderten Sprösslingen am einen Ende der Theilebene dicht gegenüber stehen (Taf. 49, 14f u. Taf. 50, 1c). Die Theilung des Centralplasmas erfordert ungefähr eine Stunde. Ziemlich gleichzeitig mit der Kerntheilung beginnt die Einschnürung des Noctilucakörpers, welche sich nach Robin zuerst in einer Depression auf der Rückseite, gegenüber dem früheren Peristom, bemerkbar machen soll. Hierauf tritt eine ringförmige Furche auf; wie es scheint, gleichzeitig in

der ganzen Medianebene und dringt allmählich tiefer und tiefer (Taf. 49, 14 f—g, u. Taf. 50, 1 c), so dass die Durchschnürung des Körpers nach Verlauf von ein bis anderthalb Stunden vollendet ist. Während des Durchschnürungsprocesses sollen sich die beiden Sprösslinge abwechselnd etwas von einander entfernen und wieder zusammendrängen.

Die Lage der Theilebene ist, wie bemerkt, eine solche, dass sie den Mund, wenn sich derselbe nach Robin's Angabe wirklich dauernd erhält, der Länge nach durchschneiden muss, demnach der eine Seitenrand des Mundes dem einen, der andere dem anderen Individuum verbleibt, wie auch Robin direct angibt. Die eigentliche Trennung beider Sprösslinge verläuft etwas verschieden, indem entweder zuerst im Centrum der Theilebene ein stärkeres Auseinanderweichen derselben eintritt und nach der Peripherie fortschreitet oder die Trennung von der Peripherie nach dem Centrum vor sich geht.

Wir haben nun noch die Neubildung des Peristoms und seiner Organe an den Sprösslingen zu verfolgen. Nachdem die Durchschnürung des Körpers zum mindesten zu dreiviertel vollendet ist, bildet sich zunächst an jedem der Sprösslinge die Anlage einer neuen Bandgeissel. Zuerst erhebt sich aus dem Centralplasma jedes Sprösslings, etwas vor der neuen Mundspalte, ein Fortsatz, welcher über die Oberfläche als ein etwas länglicher, fersenähnlicher Vorsprung emporragt. Ein wenig „unterhalb" dieses Vorsprunges, doch mit ihm in directem Zusammenhang, wächst nun ein zweiter, erst kegelförmiger und dann an seinem freien Ende abgerundeter Fortsatz hervor (s. Taf. 50, 1 a u. b), durch dessen Mitte sich eine dunkle Linie erstreckt, welche, wie die weitere Entwickelung zeigt, darauf beruht, dass der Fortsatz etwa die Bildung einer Oese hat, deren beide Enden in dem erstgenannten Vorsprung (ba, f. 16) wurzeln. Die dunkele Linie ist eben der Ausdruck der Oesenöffnung. Indem der oesen- oder schleifenartig zusammengekrümmte Fortsatz sich durch Auswachsen immer mehr erhebt, sondern sich seine beiden Schleifenhälften mehr und mehr von einander und es ist bald zu erkennen, dass die eine Hälfte dicker ist wie die andere. Endlich verliert das Basalende der dünneren Hälfte seinen Zusammenhang mit dem fersenartigen Vorsprung (ba); die so als zusammengekrümmte Schleife entstandene Bandgeissel streckt sich und geräth bald in langsame Bewegungen. Noch mehrere Stunden bewahrt ihr Plasma den undifferenzirten Zustand des Centralplasmas, aus dem es hervorging; dann erst tritt allmählich die Querstreifung hervor, indem sie zunächst an der Geisselbasis bemerkbar wird und allmählich gegen das freie Ende fortschreitet.

Aus dem fersenartigen Vorsprung (ba), der sich zu dieser Zeit gleichfalls verändert, da er fast farblos wird, scheint der basale Stützapparat der Bandgeissel und wohl auch der Zahn hervorzugehen, doch konnte die Bildung dieser Einrichtungen nicht genauer verfolgt werden, da sich jetzt auch das Peristom einsenkt und diesen Theil mit in die Tiefe nimmt. Das Auswachsen der Bandgeissel zur definitiven Länge scheint dem

Berichteten zufolge stets erst nach der Isolirung der Sprösslinge zu geschehen, zuweilen besitzen die sich trennenden Sprösslinge sogar nur die Anlagen der Bandgeisseln.

Wie schon oben bemerkt wurde, beschreibt Robin auch Doppelindividuen der Noctiluca, wie sie uns ähnlich schon bei den anderen Abtheilungen der Mastigophoren begegneten. Auf 1000 gewöhnliche Individuen fand er ein solches Doppelwesen. Da jedoch nicht bemerkt wird, ob diese Doppelindividuen längere Zeit unverändert verfolgt wurden, so halte ich ihre Deutung für noch nicht unbedingt gesichert, obgleich ich nicht verkenne, dass mir Robin's Ansicht als die natürlichste erscheint. Diese Individuen übertreffen die gewöhnlichen an Grösse nicht, sind jedoch etwas in die Länge gezogen, ungefähr eiförmig. Der Körper selbst ist ganz einheitlich ohne Andeutung einer Sonderung in zwei Individuen; seine Doppelnatur spricht sich nur durch die Gegenwart zweier Centralplasmapartien, sowie zweier Peristome und der damit zusammenhängenden Organe aus. Diese Organe sind so orientirt, dass die beiden durch sie angedeuteten Noctilucenindividuen eine gemeinsame Medianebene besitzen, und zwar geht letztere durch die Längsaxe des eiförmigen Körpers. An jedem Pole des Körpers findet sich ungefähr die Mitte eines Peristoms und beide Peristome etc. sind gleich gelagert, so dass also das Staborgan jedes Peristoms nach der Bandgeissel des benachbarten zieht. Bei diesen Lagerungsverhältnissen erscheint es natürlich, dass sich die beiden Tentakel auf entgegenstehenden Hälften des ovoiden Körpers finden.

Aus vorstehender Schilderung, die, wie ich hoffe, der Natur entspricht — die Beschreibung Robin's ist leider etwas kurz und auch die Abbildung lässt einige Zweifel zu — ergibt sich, dass ein solches Doppelindividuum nicht wohl durch gewöhnliche Längstheilung entstanden sein kann; die Anordnung der Organe lässt sich allein bei der Voraussetzung eines Quertheilungsprocesses verstehen. Da nun ein solcher weder bei reifen Noctilucen noch bei den Knospen und Schwärmern constatirt wurde, so sind einige Zweifel hinsichtlich der Deutung dieser Doppelwesen vielleicht nicht ganz ungerechtfertigt. Wie bemerkt, sucht Robin auch die Mehrzahl der von Baddeley abgebildeten Theilungszustände als solche Doppelwesen zu deuten, doch stimmen B.'s Figuren 6 und 8 im Allgemeinen so wenig mit dem Bau des von Robin abgebildeten Doppelindividuums überein, dass ich es vorziehen möchte, hinsichtlich derselben bei der Deutung Baddeley's zu beharren, wenn diese Zustände auch mit wohlausgebildeten Bandgeisseln dargestellt sind.

Robin glaubt die geschilderten Doppelwesen aus Knospen herleiten zu dürfen, welche ihre letzte Theilung nicht erfahren hätten, betont jedoch selbst, dass er derartige Knospen nicht beobachtet habe. Obgleich ich es noch für fraglich halte, ob die Doppelnatur dieser Formen schon im Knospenzustand angelegt wird, glaube ich doch hervorheben zu müssen, dass nach unseren Erfahrungen über ähnliche Bildungen ihre Entstehung

jedenfalls nicht auf eine unterbliebene, sondern auf eine nicht vollendete Theilung zurückzuführen sein dürfte.

B. Knospenfortpflanzung und Copulation bei Noctiluca.

Ein Stadium des jetzt zu betrachtenden Knospungsprocesses wurde schon im Jahre 1851 von Busch beobachtet, doch blieb ihm dessen Bedeutung unklar; er hegte sogar noch Zweifel an seiner Zugehörigkeit zu Noctiluca. Es war ein Exemplar mit entwickelter Scheibe von Schwärmeranlagen.

Ganz unrichtiger Weise wird gewöhnlich Gosse (20) die erste Beobachtung der Knospung zugeschrieben; was derselbe sah, hat jedenfalls nichts damit zu thun. Er beobachtete im Innern der Noctilucen zuweilen gelbliche Kugeln mit einem röthlichen Kern und sah einmal, dass eine solche Kugel aus dem Peristom entleert wurde. Desshalb erklärte er die Kugeln für Keime oder Eier; sicherlich waren sie aber nur Nahrungskörper.

Erst Cienkowsky erkannte im Jahre 1871 den Knospungsprocess genauer, ermittelte gleichzeitig das Vorkommen von Copulation und machte es recht wahrscheinlich, dass letztere mit dem Knospungsprocess in Zusammenhang stehe. Einige Jahre später konnte er diese Vorgänge durch fortgesetzte Untersuchungen erheblich besser darstellen, und die wichtigen Beobachtungen Robin's klärten den Process noch in vielen Punkten genauer auf. Da Cienkowsky, wie bemerkt, der Ansicht ist, dass die Schwärmerbildung „in hohem Grade von der vorangehenden Copulation abhängig zu sein scheine", so wird es am Platze sein, wenn wir zunächst einen Blick auf den Copulationsvorgang werfen.

Schon Webb (23) fand nicht selten zwei aneinanderhängende Noctilucen; wie er sich ausdrückt, in „Apposition", doch wollte er an denselben keine Anzeigen von „Conjunction" beobachtet haben, was wohl heissen soll, dass er keine Verschmelzung derselben wahrnahm und den Vorgang nicht für eine Copulation hielt. Cienkowsky verfolgte aber die Copulation zweier Individuen direct unter dem Mikroskop und fand, dass sowohl gewöhnliche wie ruhende Exemplare verschmelzen können. Dabei legen sich beide Individuen in Gegenstellung mit den beiden Peristomen aufeinander, oder, wenn es sich um ruhende handelt, mit den dem ehemaligen Peristom entsprechenden Stellen der Körperwände, also denjenigen, wo sich das Centralplasma findet. Die Berührungsstelle scheint namentlich im letzteren Fall, eine recht kleine zu sein, was auch bei der vollkommenen Kugelgestalt ruhender Individuen erklärlich ist. Es bildet sich dann bei solchen Paaren zunächst eine ganz kleine Communicationsstelle zwischen den beiden Centralplasmen, indem sich ein schmaler Plasmastrang zwischen letzteren ausspannt. Von einer Auflösung der Wand (Cienkowsky) wird nach unserer Vorstellung vom Bau derselben nicht die Rede sein können. Auch mehrere solche Communicationen können sich gleichzeitig bilden. Die Verschmelzung der Wände schreitet

nun von dieser Stelle aus nach der Peripherie der einander zugewendeten Kugelhälften weiter fort, so dass bisquitförmige Copulationsproducte entstehen; schliesslich verbinden sich beide Individuen zu einer einfachen Kugel, indem sich ihre Centralplasmen vereinigen und auch die beiden Kerne, wie es scheint, immer zu einem einzigen zusammentreten. Der Vorgang der Verschmelzung scheint bei den mit den Peristomen aneinandergehefteten, normalen Individuen im Allgemeinen derselbe zu sein, nur ist die Berührung hier von Anfang an eine ausgedehntere (Taf. 50, f. 1 d). Dabei ebnen sich die beiden Peristome aus und die Bandgeisseln gehen ebenso wie die übrigen Peristomorgane verloren; die ersteren scheinen entweder eingezogen oder abgeworfen zu werden; hinsichtlich der übrigen Organe ist Näheres unbekannt. Die weitere Verschmelzung verläuft in der schon bei der Copulation ruhender Individuen geschilderten Weise. Nicht selten vollzieht sich der Verschmelzungsprocess auch etwas unregelmässig, so dass auf gewissen Stadien desselben nicht bisquitförmige sondern unregelmässig gelappte Verschmelzungsproducte beobachtet werden. Der ganze Vorgang nimmt einen Zeitraum von 5 bis 6 Stunden in Anspruch.

Robin vermochte die Copulation nicht zu verfolgen, er sah zwar einige Male Anfangsstadien derselben, konnte jedoch eine weitere Verschmelzung nicht nachweisen; er enthielt sich daher auch eines Urtheils über die Beziehung der Copulation zum Knospungsprocess.

Folgende Gründe sprechen nun dafür, dass die Knospung hauptsächlich an den Copulationsproducten (Zygoten) eintritt. Einmal zeigt sich dieser Fortpflanzungsprocess nur an ganz kugligen Individuen von der Beschaffenheit der ruhenden und auch die Zygote besitzt ja diese Bildung; ferner sind die knospenden Individuen gewöhnlich besonders gross (nach Robin sehr selten unter 0,5 Mm.) und wenigstens nach Cienkowsky's Erfahrungen häufig etwas eingekerbt oder gelappt, was, wie die Grösse, auf ihr Hervorgehen aus Copulation hinweist. Bei directer Verfolgung der Zygoten konnte Cienkowsky jedoch während dreier Tage keine Veränderungen beobachten, welche auf Knospung hindeuteten.

Wenn demnach auch manches dafür spricht, dass eine Beziehung zwischen Copulation und Knospung besteht, so sind die Untersuchungen doch bis jetzt noch ungenügend, um solches direct zu erweisen und jedenfalls werden wohl auch gewöhnliche ruhende Individuen Knospen hervorbringen können.

Nach Robin's Versicherung soll der Knospungsprocess die häufigste Fortpflanzungsweise der Noctiluca sein, und zwar zählte er ein knospendes Individuum auf ungefähr 200—300 gewöhnliche. Diese Angaben harmoniren aber nicht recht mit der späteren, dass man unter 1—200 gewöhnlichen Thieren meist einem in Theilung begriffenen begegne. Wenn ich diese Bemerkungen richtig verstehe, so wäre doch die Theilung etwas häufiger wie die Knospung.

Der Vorgang der Knospung verläuft nun, wenn wir die Erfahrungen der beiden Beobachter, welche denselben verfolgten, möglichst zusammenfassen, in folgender Weise. Das Centralplasma, welches einer beschränkten Stelle der Körperwand anliegt, wölbt sich etwas empor, so dass es wie ein niederer Hügel auf der Kugeloberfläche vorspringt. Hierauf theilt sich der Kern und ziemlich gleichzeitig damit sondert sich auch das Centralplasma in zwei Hügel, die etwas auseinander rücken. Die Theilung des Zellkörpers schreitet aber nicht über dieses Stadium fort, sondern die beiden Hügel bleiben, ebenso wie die weiteren Theilproducte derselben, durch den übrigen, nicht getheilten Kugelkörper mit einander vereinigt. Der ganze Vorgang bietet also die grösste Analogie mit der Erscheinung der partiellen und speciell der discoidalen Furchung eines Metazoëneies, wie die weitere Darstellung deutlich ergeben wird. Bezüglich dieser Herleitung des Knospungsprocesses von unvollständiger Theilung ist es noch von besonderem Interesse, dass Cienkowsky in seiner ersten Arbeit einige Stadien mit 2 und 4 Hügeln abbildet, wo die Einsenkungen zwischen den Hügeln sich in Gestalt ringförmiger Furchen über den gesammten Körper des knospenden Thieres fortsetzen. Auch auf dem Fig. 7 unserer Taf. 50 nach Cienkowsky abgebildeten Individuum ist eine viertheilige Beschaffenheit des Körpers noch zu erkennen, obgleich schon 16 Hügel gebildet sind. Es scheint mir hiernach, dass wenigstens in den Anfangsstadien die Theilung zuweilen auch auf den gesammten Körper etwas übergreift, doch scheinen sich die Furchen bald wieder zu verlieren. Robin ewähnt nichts von einer derartigen Erscheinung.

Nach Sonderung zweier Hügel beginnen dieselben bald unter erneuter Kerntheilung je in zwei neue zu zerfallen, wobei ihre Theilebene sicher senkrecht zu der ersten steht (Taf. 50, Fig. 3). Hierauf erfolgt die Theilung der Hügel in 8, dann in 16, 32 und durch fortschreitende Zweitheilung schliesslich in eine sehr grosse Zahl kleiner Hügel oder Knospen, welche, wenn keine Unregelmässigkeit in der Entwickelung stattgefunden hat, als eine abgerundet vierseitige Scheibe über die Oberfläche der Noctiluca hervorragen (50, Fig. 6). Diese Scheibe soll etwa ein Drittel bis ein Viertel der Kugeloberfläche einnehmen, was mir aber nach den Abbildungen zu hoch gegriffen erscheint, wahrscheinlich bezieht sich diese Angabe auf die sichtbare Kugeloberfläche, also nur die Hälfte der gesammten. Die Scheibe bedeckt demnach einen viel ansehnlicheren Theil der Oberfläche als das Centralplasma ursprünglich einnahm, was auf Verhältnissen beruhen dürfte, die gleich zur Sprache gebracht werden sollen.

Die Zahl der durch fortgesetzte Theilung gebildeten Knospen soll nach Robin gewöhnlich auf 512, seltener nur 256 anwachsen, diese Zahlenangaben scheinen aber nur auf Grund der Annahme regelmässig fortschreitender Zweitheilung berechnet zu sein. 256 ist die Zahl, welche bei der 8., 512 diejenige, welche bei der 9. Theilstufe erreicht wäre. Da nun aber sowohl aus Cienkowsky's wie Robin's Angaben hervorgeht, dass

die Theilungen, wenn die Zahl der Knospen eine höhere geworden ist, ziemlich unregelmässig und durchaus nicht mehr simultan fortschreiten, so werden wohl auch keine so regelmässigen Knospenzahlen gebildet werden. Ungefähr mögen dieselben richtig sein, da die reifen Knospen keine sehr beträchtlichen Grössenunterschiede zeigen.

Namentlich aus Cienkowsky's Darstellung scheint hervorzugehen, dass das durch den Körper verbreitete Plasma im Laufe der Knospung allmählich mehr und mehr mit dem Centralplasma zusammentritt, denn er betont speciell, dass die knospenden Noctilucen sehr inhaltsleer erschienen, was wohl nur in dieser Weise zu deuten ist. Bei Robin findet sich keine dahin zielende Angabe; doch scheint mir der beträchtliche Umfang, welchen die Knospenscheibe erreicht, gleichfalls dafür zu sprechen. Jedenfalls bleibt aber das Plasmanetz der Körperwand intact.

Jeder Theilvorgang nimmt nach Robin etwa 1—$1^1/_2$ Stunden in Anspruch und der gesammte Process bis zur Reifung der Knospen ca. 11 bis 12 Stunden. Indem wir auf die Einzelheiten des Theilungsvorganges etwas näher eingehen, beansprucht zunächst die von Robin genauer verfolgte Kerntheilung unser Interesse. Cienkowsky glaubte noch, dass der Kern vor Beginn der Knospung verschwinde. Die Kerntheilung verläuft, wie es scheint, stets in derselben Weise, wurde aber nur bei den Anfangsstadien genauer erkannt. Der Vorgang ist dem der indirecten Theilung im wesentlichen analog. Der Kern streckt sich zunächst zu einem kurzen Cylinder mit abgerundeten Enden in die Länge und nimmt eine gleichmässig feinkörnige Beschaffenheit an. Wie diese Structur aus der des ruhenden Kernes hervorgeht, blieb unermittelt; Robin hält ja den ruhenden Kern bekanntlich für structurlos. Hierauf wird die Mittelregion des Cylinders sehr fein längsstreifig (Taf. 50, Fig. 2a), was jedenfalls, wie auch Robin bemerkt, von feinen, längsgerichteten Fibrillen (Spindelfasern) verursacht wird; die beiden abgerundeten Enden behalten aber ihren feinkörnigen Character. Von Verdickungen oder ähnlichen Erscheinungen an den Spindelfasern, welche auf die so allgemein verbreitete Kernplatte bezogen werden könnten, wurde nichts beobachtet, doch möchte ich glauben, dass das Stadium, welches eine solche zeigt, übersehen wurde und dass alle von Robin abgebildeten Kerne schon weiter fortgeschrittene Zustände repräsentiren, wo nämlich die Kernplattenelemente schon an die Pole der Kernspindel gerückt und zur Anlage der Tochterkerne zusammengetreten sind.

Die körnigen Enden des Kerncylinders, die Anlagen der Tochterkerne, setzen sich nun bald kuglig von dem sie verbindenden Faserband ab (Fig. 2b) und letzteres verschmälert sich in der Mitte schon etwas. Während diese Verschmälerung allmählich noch weitere Fortschritte macht, verlängert sich das Band der Spindelfasern noch mehr und krümmt sich endlich ziemlich beträchtlich bogenförmig (2c—2d). An einem der schon ziemlich scharf kuglig abgegrenzten Tochterkerne ist mittlerweile eine eigenthümliche Erscheinung hervorgetreten, indem derselbe an

der nach dem anderen Kern schauenden Hälfte, also da, wo er mit den Spindelfasern zusammenhängt, einen ziemlich tief gehenden Einschnitt zeigt, d. h. die Anlage dieses Kernes weist eine stark nierenförmige Einkrümmung auf (2b). Bald verschmelzen nun die sich berührenden zusammengekrümmten Enden dieser Kernanlage mit einander, wobei der Einschnitt natürlich verschwindet, indem sich nur ein Rest desselben als eine helle Cavität im Centrum dieses Kernes noch längere Zeit erhält (2c—e). Während nun die beiden Tochterkerne an Volum zunehmen, nimmt das Band der Spindelfasern ab, indem seine Masse wahrscheinlich allmählich in die Kerne aufgenommen wird. Schliesslich wird seine Continuität in der Mitte unterbrochen; seine Reste hängen noch wie Schwänze den Tochterkernen an (2e) und schwinden endlich völlig.

Diese Darstellung wird es rechtfertigen, den beschriebenen Kerntheilungsvorgang in die Kategorie der indirecten einzureihen. Interessanter Weise zeigt er manche Anklänge an die Kerntheilung eines anderen Protozoon, welche R. Hertwig*) neuerdings beschrieb, des Actinosphaerium Eichhorni nämlich.

Einmal ist hier der Vorgang der äusseren Umgestaltung des Kernes während der Theilung im wesentlichen derselbe, worauf zwar kein grosser Werth zu legen ist, namentlich wiederholt sich aber hier die beschriebene Entstehung der Tochterkerne durch nierenförmige Zusammenkrümmung und schliessliche Verschmelzung ihrer Anlagen. Die Anlage der Tochterkerne geht bei Actinosphaerium aus den auseinandergerückten Hälften der ursprünglich einheitlichen Kernplatte hervor, welche sich mit je einer der an den Polen der Spindel entstandenen sog. Polplatten vereinigen. Die Natur dieser Polplatten wurde bis jetzt noch nicht genügend aufgeklärt. Auf dieser Bildung der Tochterkerne beruht die wesentliche Analogie mit dem Vorgang bei Noctiluca, denn ausser bei den beiden genannten Protozoën wurde ein solcher bis jetzt nirgends beobachtet. Wegen dieser Analogie möchte ich aber annehmen, dass sich jener Bildungsvorgang auch bei Noctiluca nicht auf den einen Tochterkern beschränkt, was von vornherein recht unwahrscheinlich ist; die oben ausgesprochene Vermuthung über das wahrscheinliche Auftreten einer Kernplatte bei der Theilung der Noctilucakerne, stützt sich gleichfalls auf die geschilderten Analogien.

Robin beschreibt ferner ein eigenthümliches Verhalten des den Kern umschliessenden Centralplasmas bei der Theilung, doch bin ich unsicher, ob ich seine Darstellung desselben ganz verstanden habe. Um den cylindrisch gewordenen Kern soll das Plasma anfänglich eine nicht sehr dicke ovale Umhüllung bilden (Fig. 2a), welche den vorspringenden Hügel formirt. Um dieses Plasma breitet sich in der Wand der Noctiluca eine ziemlich breite Zone feiner Plasmanetzmaschen aus, von welchen sich die centralen allmählich mehr zusammendrängen und mit dem den Kern einschliessenden centralen Plasma zusammenschmelzen.

Dieses centrale Plasma macht bei der Theilung im Allgemeinen dieselben Gestaltsveränderungen durch wie der Kern und wird endlich bisquitförmig (2b), so dass es die Spindelfasern nur noch als eine sehr dünne Schicht umgibt. Wenn dieser Zustand eingetreten ist, bildet sich in einer gewissen Entfernung vom centralen Plasma durch Zusammenfluss der engen Netzmaschen eine Zone dichten Plasmas (2c—d), welche sich bei

*) Die Kerntheilung bei Actinosphaerium Eichhorni, Jena 1884 (Unters. z. Morphol. und Physiol. der Zelle von O. und R. Hertwig, 1. Hft.).

dem Fortschreiten der Kerntheilung ebenfalls bisquitförmig einschnürt. Indem sich also die drei genannten Plasmazonen mit dem Kern theilen, ist jeder Tochterkern kurz nach seiner Isolirung (etwa Fig. 2d) zunächst von einer Lage dichten Centralplasmas umgeben, worauf eine Zone von Netzmaschen folgt und schliesslich wieder eine ringförmige schmale Zone dichten Plasmas. Nun zieht sich aber bald die Zone der Netzmaschen mehr und mehr zusammen, so dass endlich eine vollständige Vereinigung der drei Zonen zu einem den Tochterkern umgebenden Centralplasma erfolgt (2e); letzteres bildet dann den Tochterhügel. Dieser Vorgang soll sich bei jeder Theilung, also sicher wenigstens den anfänglichen, wo die Verhältnisse besser zu beobachten sind, wiederholen. Das Wesen des ganzen Prozesses scheint mir aber darin zu bestehen, dass successive neues Plasma aus der Umgebung den Tochterhügeln zugeführt wird, was im Allgemeinen schon oben angedeutet wurde.

Die entstandenen Tochterhügel besitzen in den jüngeren Stadien eine eigenthümlich gefurchte Oberfläche (Fig. 3). Die ziemlich tief einschneidenden und durch rippenartige Erhebungen gesonderten Furchen haben einen etwas unregelmässigen Verlauf und sind an zwei aus der Theilung hervorgegangenen Schwesterhügeln schief zu einander gestellt, „wie wenn die Segmentation das Resultat einer Torsion wäre" (Robin). Die Furchenbildung tritt nach Robin von der Viertheilung an deutlich hervor und schwindet etwa bei der Theilung von 64 zu 128 Knospen.

Selbst bei Gegenwart zahlreicher Knospen bemerkt man häufig noch eine Zusammengruppirung derselben in Vierzahl, in Gruppen, welche aus der Theilung eines ursprünglichen Hügels hervorgingen (50, Fig. 7), doch wurden auch gelegentlich Gruppen von 16 Hügeln beobachtet.

Wenn die Theilung bis zu 32 Knospen gelangt ist, tritt zuerst eine Abschnürung derselben gegen den unterliegenden Mutterkörper auf, doch kommt es zunächst noch nicht zur Bildung eines verengten Stielchens. Bei der ferneren Vermehrung der Knospen schreitet die Abschnürung weiter fort und die reifen Knospen sind nur noch durch ein sehr zartes, angeblich aus „amorpher Substanz" bestehendes Stielchen an der Mutterblasenwand befestigt (Robin).

Nach der Bildung von 64 oder mehr Knospen treten die zugehörigen Kerne ins Innere des Knospenplasmas völlig ein; es mag dies wohl mit der Abschnürung der Knospen zusammenhängen, denn dass letztere unter nochmaliger radiär gerichteter Theilung des Kernes verlaufe, scheint in den Beobachtungen keine Stütze zu finden. In den früheren Stadien des Knospungsprocesses dagegen liegt der Kern, resp. seine Theilproducte stets in der innersten Schicht des Centralplasmas, von dem Zelllumen nur durch eine dünne Plasmaschicht geschieden (Robin). Sind die Knospen einmal von der Wand des Mutterkörpers etwas abgeschnürt, so sieht man bei ihrer weiteren Theilung eine Furche auf ihrer distalen Fläche entstehen, welche allmählich gegen die Basis durchschneidet. Die

zwei aus der Theilung entstandenen Knospen liegen zunächst, zwei Kaffeebohnen ähnlich, mit ihren abgeplatteten Flächen dicht aneinander.

Nach Bildung der fertigen Zahl von Knospen erhalten dieselben ihre definitive Gestalt, indem sich ihr distales Ende zuspitzt, während das noch am Stielchen befestigte, proximale abgerundet erscheint (Figg. 4—6). Die eine Seitenfläche ist etwas concav ausgehöhlt, die andere convex vorgewölbt. In jeder Knospe bemerkt man deutlich den Kern als einen runden hellen Fleck.

Bevor wir die specielle Ausbildung der reifen und der abgelösten Knospen oder Schwärmer schildern, haben wir noch gewisse Unregelmässigkeiten im Entwicklungsgange kurz zu betrachten. Cienkowsky will nämlich bei der Bildung sehr grosser und individuenreicher Knospenscheiben einen etwas anderen Vorgang beobachtet haben. Soweit ich seine wenig klare Schilderung zu verstehen vermag, wäre der Process etwa folgender. Die Knospen entstehen nicht durch fortgesetzte Theilung weniger Hügel, sondern es bildet sich zuerst ein centraler „Hügelkranz" der Scheibe (wie, ist nicht genauer angegeben); hierauf „scheidet" sich das umgebende Plasma in eine Anzahl „Klumpen," welche, indem sie sich „ausstülpen," einen zweiten, den centralen umgebenden Hügelkranz bilden. Durch Fortsetzung dieses Processes bilden sich successive neue und immer umfangreichere Kränze von Hügeln. Dabei sammelt sich das übrige Plasma der Noctiluca allmählich an der in Entwicklung begriffenen Scheibe an und tritt, wie es scheint, endlich völlig in deren Bildung ein. Bei dieser Gelegenheit bemerkt C. endlich noch: „Bei häufig vorkommendem abnormen Laufe der Entwicklung entstehen entweder wurmartige Wucherungen, welche durch Abschnürung und Theilung normal gebaute Zoosporen geben, oder die Hügel werden in einem gedrängten Haufen angesetzt". Robin hat von solchen Unregelmässigkeiten nichts bemerkt.

Auch die Gestalt der ausgebildeten Scheibe ist recht variabel. Wie schon bemerkt wurde, besitzt sie gewöhnlich einen vierseitigen Umriss mit abgerundeten Ecken (Fig. 6); nicht selten finden sich aber auch ovale, herzförmige und unregelmässigere. Cienkowsky fand auch Scheiben, welche den Mutterkörper gürtelförmig umzogen (Fig .5); Robin beobachtete solche nicht.

Die definitive Reifung der Knospen vollzieht sich hauptsächlich dadurch, dass sie die noch fehlende Geissel entwickeln. Letztere wächst aus der concaven Knospenseite hervor und bleibt unbeweglich, bis sie etwa die doppelte Länge des Körpers erreicht (Fig. 4). Sie wächst dann allmählich zur definitiven Länge, welche die des Körpers 6 bis 7 fach übertrifft, aus. Das Hervorwachsen der Geissel nimmt etwas weniger wie eine Stunde in Anspruch. Cienkowsky glaubt beobachtet zu haben, dass die centralen Knospen der Scheibe zuerst Geisseln bilden, während die peripherischen noch in Theilung begriffen sind und folgert hieraus, dass die Reifung überhaupt von dem Centrum nach der Peripherie der Scheibe fortschreite. Robin leugnet dies und lässt alle Knospen gleich

zeitig diese Entwicklungsstufe erreichen. An der ausgebildeten Scheibe sind alle Geisseln in lebhafter Thätigkeit, ohne aber den Mutterkörper in Bewegung zu setzen.

Nach völliger Ausbildung der Geissel lösen sich die Knospen als Schwärmer ab und zwar gewöhnlich einzeln, successive da und dort, so dass die Scheibe allmählich unregelmässige Lücken aufweist, bis die Ablösung vollständig geworden ist. Doch scheinen sich nach Robin's Erfahrungen einige Knospen gewöhnlich nicht abzutrennen, welche dann bald zu Grunde gehen. Unter dem Einfluss ungünstiger Verhältnisse kommt es auch vor, dass sich die ganze Knospenscheibe im Zusammenhang vom Mutterkörper abtrennt (Cienkowsky und Robin). Nach ihrer Lösung ballt sich die Scheibe zu einem rundlichen Körper zusammen, welcher trotz der energischen Geisselschwingungen der Knospen nicht in Bewegung geräth; schliesslich lösen sich letztere aber aus ihrem Zusammenhang und werden frei.

Leider blieb die Frage, was aus dem restirenden Mutterkörper wird noch unerledigt. Derselbe ist seines Plasmas nicht ganz beraubt, weist vielmehr nach Robin an der Stelle der früheren Scheibe eine sehr dünne Lage von solchem auf, von welcher auch einige zarte Fäden durch die Zellsafthöhle ausstrahlen. Kerne sollen ihm ganz fehlen und wenn dies richtig ist, so dürfte er wohl sicher bald zu Grunde gehen, was ja auch als das natürlichste erscheint.

Der Bau der isolirten Schwärmer. Die Länge der Schwärmer schwankt von 0,016 bis 0,020 Mm.; ihre allgemeine Gestalt ist deutlich bilateral, also verschieden nach der Richtung, in welcher man sie betrachtet. In seitlicher Lage (8 b, 8 d) erscheint der Schwärmer etwa bohnenförmig mit ziemlich zugespitztem Hinterende, während das Vorderende breit abgerundet ist. Die Rückseite ist gleichmässig gewölbt, die Bauchseite dagegen in den hinteren zwei Dritteln schwach löffelförmig ausgehöhlt, ihr vorderes Drittel wie die Rückseite convex vorgewölbt (8 d). Der concave Theil der Bauchseite wird seitlich je von einem ziemlich scharfen Rand begrenzt; diese beiden Ränder stehen vorn, am Beginn der Aushöhlung, etwa um die ganze Körperbreite von einander ab und convergiren nach hinten allmählich, um am Hinterende spitz zusammenzulaufen (s. den Holzschn. auf pag. 1083). Die gesammte Aushöhlung erscheint daher in gewissen Ansichten wie ein dreieckiges, eigenthümliches Organ der Bauchseite, welches von Cienkowsky wohl nicht ganz richtig aufgefasst wurde, da er es als Stachel bezeichnete (s. Figg. 8 a—b u. e, s) und gewöhnlich nicht ausgehöhlt, sondern etwas convex vorgewölbt abbildete; auch springt es auf seinen Abbildungen mehrfach am Hinterende frei und spitzig vor (8 a u. e), was vielleicht gelegentlich der Fall sein kann, da sich bekanntlich das Staborgan der ausgebildeten Noctiluca, welches jedenfalls mit dem sogen. Stachel identisch ist, manchmal ähnlich verhält. In Bauch- oder Rückenansicht erscheint der Schwärmer nach Robin breit eiförmig (8 c) mit hinterem breiterem und vorderem mehr verschmälertem Ende. Cien-

kowsky gibt dagegen eine beträchtliche Verbreiterung des Hinterendes nicht an, dasselbe erscheint auf seinen Abbildungen sogar manchmal verschmälert. Die vordere Grenze der ventralen Aushöhlung wird durch eine quere Furche bezeichnet, welche nach Robin von der etwas stärkeren Vorwölbung des davor gelegenen Theils der Bauchseite verursacht wird (8d und Holzschnitt). Nach diesem Forscher soll jene Furche auf die Bauchseite beschränkt sein, während sie auf Cienkowsky's Abbildungen z. Th. auch auf den Rücken übergreift, also den Körper mehr oder weniger vollständig umzieht. In der Querfurche entspringt auf der Bauchseite die sehr ansehnliche Geissel; nach Robin ziemlich in der Mittellinie der Bauchseite, nach Cienkowsky gewöhnlich auf der rechten Seite, an dem vorderen Rande der Aushöhlung.

Hinsichtlich der inneren Verhältnisse des Schwärmers ist zunächst hervorzuheben, dass derselbe aus einem gleichmässigen gelblichen, nicht vacuolisirten Plasma besteht. In der hinteren Hälfte findet sich der helle, schwach granulirte (Robin) und relativ ansehnliche Kern (n), der in der Bauch- oder Rückenansicht kreisrund, in der Seitenansicht nierenförmig gekrümmt erscheint, mit concaver Bauchseite. Der Ventralseite des Kernes soll nach Robin eine nicht sehr ansehnliche contractile Vacuole (8e, cv; auch 8d) angelagert sein, deren Zusammenziehungen sehr langsam erfolgen; Cienkowsky hat von einer solchen nichts wahrgenommen.

Endlich hätten wir noch eines Organes zu gedenken, das Cienkowsky nicht immer, aber doch nicht gar selten an den Schwärmern beobachtete. Es ist ein dicht neben der Geissel entspringender, ziemlich dicker und, wie es scheint, drehrunder Faden (8b, a), welcher von der vorderen Körperhälfte ausgehen soll. Er erreichte häufig eine dem Schwärmer etwa gleichkommende Länge und hatte zuweilen ein knöpfchenartig angeschwollenes Ende. Ich versuchte schon früher (40) diesen Anhang als die Bandgeissel zu deuten und werde darauf gleich zurückkommen. Robin hat nie etwas von ihm gesehen.

Die Bewegungen erfolgen stets mit dem sog. Vorderende voran, entweder mehr gleitend auf der Unterlage oder freischwimmend; die Geissel ist also bei den Bewegungen nach hinten gerichtet.

Leider gelang es noch nicht, die Entwickelung der Schwärmer zur ausgebildeten Noctiluca direct zu verfolgen. Es dürfte jedoch wenig zweifelhaft sein, dass dieselben ohne weitere Complicationen, wie etwa Copulation, ihre Entwickelung durchlaufen. Robin vermuthet in kleinen Noctilucen von 0,15 Durchmesser, welche im Allgemeinen die Organisation ruhender Formen darboten, solche Entwickelungszustände, woraus er weiter schliessen will, dass die Geissel der Schwärmer nicht direct in die ihr ähnliche hintere Geissel der Noctiluca übergehe und dass ebensowenig der von Cienkowsky beobachtete Anhang die Bandgeissel sein könne. Beides erachte ich für unbegründet, da nicht der geringste Beweis vorliegt, dass diese kleinen Noctilucen

einfache Weiterentwickelungszustände und nicht, was viel wahrscheinlicher ist, kleine ruhende Formen waren.

Das Einzige, was uns einen gewissen Anhalt zur Beurtheilung der weiteren Entwickelung gibt, ist Cienkowsky's Beobachtung, dass die Schwärmer, noch bevor sie die Mutterscheibe verlassen, zuweilen Veränderungen erleiden, welche jedenfalls, mögen sie nun normal oder anormal sein, denen ähnlich sein dürften, die sie bei der Entwickelung zur ausgebildeten Noctiluca durchmachen.

Zunächst sind diese ovalen bis kugligen oder auch unregelmässiger aufgeblähten Schwärmer grösser wie die gewöhnlichen, was z. Th. auf der Entwickelung einer noch wenig umfänglichen Zellsafthöhle beruht, durch die häufig schon eine Anzahl Plasmazüge strahlen, von der als Centralplasma an einer Wandstelle verbliebenen Hauptmasse des Plasmas ausgehend. Das stabartige Organ auf der Bauchseite des Schwärmers hat sich viel deutlicher zu einem dem Staborgan der Noctiluca ähnlichen Gebilde umgestaltet, es erscheint relativ schmäler und wird auch von Cienkowsky z. Th. bestimmt als Rinne dargestellt. Die Querfurche ist bei der Aufblähung des Körpers geschwunden; die Insertion der Geissel findet sich an der Stelle, wo das Centralplasma der Wand anliegt und in der früheren Beziehung zum Vorderende des Staborgans, dagegen ist der Ursprung der Bandgeissel nun beträchtlich vor den der Geissel gerückt, was mit den Verhältnissen bei der ausgebildeten Noctiluca übereinstimmt. Aus dem Angeführten möchte ich daher schliessen, dass uns diese abnormen Bildungen einiges von dem weiteren Entwicklungsgang der Schwärmer verrathen und dass wir hiernach zu folgenden Annahmen über die Beziehungen zwischen den Verhältnissen des Schwärmers und denen der ausgebildeten Noctiluca berechtigt sind. Die Aushöhlung auf der Bauchseite des Schwärmers, der sog. Stachel Cienkowsky's, entspricht dem Staborgan plus der Peristomeinsenkung, die Querfurche schwindet zum grössten Theil und erhält sich vielleicht nur noch in Andeutung als der vordere quere Rand der Peristomeinsenkung. Die Geissel des Schwärmers entspricht der hinteren der ausgebildeten Noctiluca und der sog. Anhang deren Bandgeissel.

Fortpflanzung von Leptodiscus. Leider wurde bis jetzt nichts genaueres über die Vermehrung dieser interessanten Form bekannt, doch gelang es Hertwig gleichzeitig mit den Leptodiscen einige Organismen zu finden, die er mit ziemlicher Berechtigung als Entwicklungsformen derselben beansprucht. Dass sie auf Theilzustände von Leptodiscus zurückzuführen seien, wie er vermuthet, halte ich für unwahrscheinlich, möchte vielmehr annehmen, dass sie Uebergangsstufen von Schwärmern zu entwickelten Formen darstellen. Gewisse in neuester Zeit von Pouchet (41) gemachte Beobachtungen vermögen diese Absicht vielleicht zu unterstützen, doch wollen wir zunächst die von Hertwig entdeckten Organismen betrachten.

Es waren dies eiförmige bis etwas vierseitige, zuweilen in der Mittelregion stundenglasförmig eingeschnürte Körper (T. 50, 10h), über deren Grösse leider keine Angaben vorliegen. Auch wurden gelegentlich ähnliche Gebilde beobachtet, bei welchen ein Theil des Körpers schon scheibenförmig war, also auch in der Gestalt eine Annäherung an Leptodiscus verrieth. Ungefähr im Centrum liegt ein ovaler, gleichmässig fein-granulirter Kern, dessen Körnchen bei gewissen Formen eine eigenthümliche Anordnung in verschiedenartig verlaufenden Zügen zeigten, wesshalb ich es für wahrscheinlich halte, dass der eigentliche Bau des Kernes sich dem der Dinoflagellatenkerne nahe anschliesst. Um diesen Nucleus findet sich ein centrales Plasma, von welchem zahlreiche verästelte und anastomosirende Plasmazüge ausstrahlen, die durch den Zellsaft zur Wand treten. Letztere soll nach Hertwig wie bei Leptodiscus von einer besonderen Membran gebildet werden. Bei einem der Körper besass das Centralplasma die Gestalt eines etwas fibrillären Stranges, der sich in der stundenglasförmigen Einschnürung zwischen den Körperwänden ausspannte (Fig. 10h).

Die Plasmaeinschlüsse bestanden zunächst bei allen beobachteten Varietäten aus homogenen farblosen Körperchen, die mit denen übereinstimmten, welche früher bei Leptodiscus erwähnt und den Dotterplättchen der Fische verglichen wurden. Diese Körperchen waren theils durch das ganze Plasma verbreitet, theils dagegen in der einen Hälfte des stundenglasförmigen blasigen Körpers zu einem von einer doppelten Körnchenreihe gebildeten Ring unter der Körperwand aneinandergereiht; bei einem Exemplar zeigte sich die wichtige Erscheinung, dass statt dieses Ringes eine deutliche schmale Querfurche den Körper äusserlich umgürtete, an deren beiden Rändern die Körnchen hinzogen. Weiter enthielt nun das Plasma bei einigen Formen rundliche und ovale Körperchen, „deren Farbe von dem eigenthümlichen Gemisch von gelb, grün und braun gebildet wird, das bei vielen Diatomeen vorkommt", also sehr wahrscheinlich Chromatophoren; andere dagegen enthielten zahlreiche schwefelgelbe Kugeln, welche den gelben Zellen der Radiolarien sehr glichen, sich aber durch ihre Kernlosigkeit von denselben unterschieden; endlich fanden sich auch Exemplare, welche gar keine gefärbten Körper besassen.

Während nun ein Theil dieser Organismen ganz starr und gestaltsbeständig war, zeigten die chromatophorenführenden sehr eigenthümliche Bewegungen. In der einen Hälfte des eingeschnürten Körpers verkürzten sich die Plasmazüge allmählich und strömten in die andere Hälfte über; die erstere wurde daher kleiner und ihre Körperwand schrumpfte zu einem gefalteten oder zerknitterten Anhang an der stark aufgeblähten anderen Hälfte zusammen. Hierauf trat eine umgekehrte Strömung ein, mit Aufblähung der geschrumpften Hälfte und Zusammenfall der anderen. Dies wechselnde Hin- und Herströmen des Plasmas wiederholte sich mehrfach.

Ich halte es nun für möglich, dass ein neuerdings von Pouchet (41) beobachteter Organismus in naher Beziehung zu den eben geschilderten steht. Pouchet fand denselben bei Concarneau im atlantischen Ocean und nannte ihn, da er einerseits Beziehungen zu den Cystoflagellaten, andererseits auf einem gewissen Stadium grosse Uebereinstimmung mit der Dinoflagellatengattung Gymnodinium aufweist, Gymnodinium pseudonoctiluca. Dass derselbe mit Noctiluca zusammenhängt, scheint ausgeschlossen, weil letztere während der ganzen Beobachtungszeit nicht vorkam, ferner aber auch desshalb, weil seine ursprünglichsten Zustände, die mit den Schwärmern von Noctiluca verglichen werden könnten, viel grösser wie die letzteren sind, nämlich eine Länge von 0,1 Mm. erreichen. Der ursprünglichste Zustand des sogen. Gymnodinium pseudonoctiluca ist nun auch einem gewöhnlichen Gymnodinium äusserst ähnlich. Ein im Allgemeinen länglich cylindrischer Körper wird durch eine schmale Querfurche in eine beträchtlich kleinere Vorder- und eine grössere Hinterhälfte getheilt; erstere ist kegelförmig zugespitzt, die hintere abgerundet. Die beiden ventralen Enden der Querfurche sind stark nach hinten gebogen und gehen in eine sehr wenig ausgeprägte Längsfurche über, in welcher ganz hinten ein recht ansehnliches Flagellum entspringt. In der Querfurche soll sich eine Quergeissel finden, von welcher aber auf den Abbildungen nichts zu sehen ist. In der hinteren Körperhälfte findet sich der runde und angeblich ganz homogene, structurlose Kern, von welchem das Plasma in strahligen Zügen zu der Körperwand ziehe. Es scheint aber auf diesem Stadium eine solche Anordnung des Plasmas noch wenig hervorzutreten, sie ist übrigens auch auf den weiteren Entwicklungsstadien nur äusserst mangelhaft angedeutet. Im Plasma finden sich braungrünliche Granulationen, von wohl chromatophorenartiger Beschaffenheit, gelbe bis orangefarbige Bläschen und grüne spindelförmige Körperchen.

Die nächste Weiterbildung dieses Organismus besteht darin, dass er sich unter Zunahme des Zellsaftes mehr aufbläht, wobei die kegelförmige Bildung des Vorderendes in eine abgerundete übergeht und auch die Längsfurche zu verstreichen scheint. Gleichzeitig kommt letzteren Formen eine gewisse Beweglichkeit zu, welche an die der fraglichen Leptodiscuszustände erinnert. Namentlich kann die Vorderhälfte mehr oder weniger eingezogen werden, doch auch an dem übrigen Körper treten lokale Retractionen auf, wodurch derselbe unregelmässig faltig werden kann. Dieser Zustand leitet in einen folgenden über, der sich durch ziemlich vollständige Einziehung der Vorderhälfte characterisirt, wobei die Querfurche erhalten bleibt. In letzterer Ausbildungsform erinnern die fraglichen Gebilde recht lebhaft an gewisse Formen der von Hertwig beobachteten Organismen, speciell an solche mit einer deutlichen Querfurche; auch die Anordnung des Plasmas und die Einschlüsse sind ja sehr ähnlich. Das eigenthümlichste des letzterwähnten Stadiums ist aber die Entwicklung eines an die Bandgeissel der Noctiluca erinnernden Organes,

das sich aus der Gegend der Längsfurche, ein wenig hinter deren Zusammentritt mit der Querfurche erhebt. Nur einmal wurde dieses unbewegliche Organ, welches aus granulirtem Plasma bestand, in ansehnlicherer Entfaltung, von etwa Körperlänge gesehen, gewöhnlich erschien es als ein verkümmerter Anhang, der nach der Meinung Pouchet's wohl wieder zu Grunde geht. In der Querfurche soll neben dieser Bandgeissel die Quergeissel noch vorhanden gewesen sein. Die ursprüngliche Längsgeissel wird übrigens auf keinem der späteren Stadien mehr abgebildet, ich halte es desshalb auch für sehr unwahrscheinlich, dass die Bandgeissel wie Pouchet eventuell annehmen möchte, auf die Längsgeissel zurückzuführen sei. Wäre die Bandgeissel wirklich neben der Quergeissel vorhanden und gibt man die Homologie der ersteren mit der der Noctiluca zu, so könnte man daraus folgern, dass meine Homologisirung der ersteren mit der Quergeissel der Dinoflagellaten falsch sein müsse. Doch können mich Pouchet's Abbildungen zunächst noch nicht von der Richtigkeit seiner Angabe überzeugen; auch wäre es ja möglich, dass die Bandgeissel als Ersatz einer ursprünglichen Quergeissel auftritt und daher unter Umständen einige Zeit mit letzterer zusammen vorhanden sein kann, da wir ja wissen, dass Geisseln im Leben mehrfach rück- und wieder neugebildet werden können.

Wenn nun unsere Vermuthung, dass das von Pouchet beschriebene Gymnodinium pseudonoctiluca eventuell als Schwärmer in den Entwicklungsgang des Leptodiscus oder doch einer vielleicht noch unbekannten Cystoflagellate gehört, richtig ist, so würden sich hieraus zwei wichtige Folgerungen ergeben: einmal, dass die Ableitung der Cystoflagellaten von Dinoflagellaten ganz gesichert erschiene und zweitens, dass wahrscheinlich auch bei Leptodiscus vorübergehend ein der Bandgeissel entsprechendes Gebilde auftrete.

5. Systematisches und Verwandtschaftsbeziehungen.

Obgleich es kaum nöthig erscheint, glaube ich doch hier kurze Diagnosen der beiden Gattungen beifügen zu sollen, indem dieselben Manchem vielleicht nicht unerwünscht sind.

Noctiluca Suriray 1816 (bei Lamarck Aminaux s. vertèbres Bd. II. pag. 470).

Synon.: Medusa sp. Slabber (3), Macartnay (7); Slabberia Oken.

Gestalt kuglig oder nahezu kuglig (bis 1 Mm. und etwas mehr Durchmesser). Peristom lang und schmal, ziemlich tief eingesenkt und auf seinem Grunde eine langspaltenförmige Mundöffnung, welche direct in das dem Peristomgrund anliegende Centralplasma führt. Letzteres wenig entwickelt, von ihm strahlen zahlreiche, sich in ihrem Verlauf zur Körperwand verästelnde und anastomosirende Plasmazüge aus, welche durch den klaren und ungefärbten Zellsaft treten. Hinter dem Peristom erstreckt sich in der Medianebene das sogen. Staborgan; im Vorderende des Pe-

ristoms findet sich die Bandgeissel und etwas dahinter an der rechten Peristomwand der Zahn und die Lippe. In der Gegend der letzteren entspringt die hintere oder kleinere Geissel. Bewegungen sehr schwach. Fortpflanzung durch Längstheilung und einen eigenthümlichen Knospungsprocess.

Wahrscheinlich nur 1 Art. Kosmopolit.

Gelegentlich wurden neben der gewöhnlichen N. miliaris unserer Meere noch andere Species beschrieben, die jedoch vorerst sämmtlich keinen Anspruch auf Anerkennung erheben können. Es wurde schon früher angegeben (p. 1052), dass die von Busch unterschiedene Noctiluca punctata nicht von der gewöhnlichen zu trennen ist. Giglioli unterschied neben miliaris zwei weitere Arten, homogenea und pacifica, welche nicht nur in der Farbe ihres Lichtes, sondern auch im anatomischen Bau und in der Grösse von der ersteren merklich differirten. Da jedoch Abbildungen derselben fehlen und die kurzen Beschreibungen kein besonderes Vertrauen erwecken, so halte ich es für mehr als zweifelhaft, ob diese Arten begründet sind.

Leptodiscus R. Hertwig 1877 (34).

Gestalt scheibenförmig, einer flachen kleinen Meduse sehr ähnlich (Durchmesser bis 1,5 Mm.). Centraltheil des Plasmas im Centrum der concaven Scheibenfläche (Dorsalseite); von demselben breitet sich ein feines Netzwerk von Plasmafäden an der concaven Scheibenwand bis zur Peripherie aus. Von diesem Netz steigen nach der convexen Scheibenseite zahlreiche, gewöhnlich verästelte Plasmafäden auf. Die klare, ungefärbte Zwischenmasse zwischen diesen Fäden ist gallertartig. Auf der convexen Scheibenseite findet sich excentrisch eine tiefe, schief zum Centralplasma absteigende Einsenkung (Cytostom Hertwig; Homologon des Staborgans nach mir). Auf der gegenüberliegenden Hälfte dieser Scheibenseite liegt eine zweite, eng-röhrige Einsenkung, die gleichfalls bis zum Centralplasma reicht und aus welcher eine mässig lange feine Geissel hervortritt (Homologon der hinteren Geissel der Noctiluca). Eine Bandgeissel fehlt (ob immer?). Bewegung sehr energisch. Fortpflanzung unsicher. 1 Art. Mittelmeer.

Nur andeutungsweise glauben wir hier bemerken zu sollen, dass die vor einigen Jahren von Künstler*) als naher Verwandter der Noctiluca aus süssem Wasser beschriebene Kunkelia gyrans nicht hierhergehört, ja kein Protozoon ist, wie Künstler mittlerweile selbst zugegeben hat. Dies zu erwähnen, zwingt mich nur der Umstand, dass die Künkelia schon in Darstellungen der Protozoënkunde Aufnahme gefunden hat**).

Da wir schon in der historischen Einleitung die Anschauungen der älteren Forscher über die Verwandtschaftsverhältnisse und die systematische Position unserer Gruppe berücksichtigten, so können wir hinsichtlich derselben auf jenen Abschnitt verweisen. Ich bemerke nur noch, dass

*) Bullet. soc. zoologique de France 1882, vergl. hierüber auch Bütschli, Zoolog. Anzeiger 1882. p. 679 und Künstler ibid. 1883. p. 168.

**) So z. B. in Lanessan, Traité de Zoologie. T. I. Protozoaires.

V. Carus für Noctiluca eine besondere Klasse errichtete (Myxocystodea), welche er an die Spitze der Protozoa stellte und Häckel zum ersten Male unsere Formen unter der Bezeichnung Cystoflagellata als besondere Ordnung seiner Flagellata (Mastigophora) aufführt, dass schliesslich Robin geneigt scheint, Noctiluca in eine besondere Abtheilung der Infusorien (Infusoria tentaculata) zu reihen, wohin er auch noch gewisse Suctoria zieht. Bestimmend ist für ihn der Tentakel (Bandgeissel), den er als etwas ganz besonderes auffasst und, wie es scheint, mit den Tentakelbildungen mancher Suctorien (Acinetina) vergleichen möchte*).

Unsere Aufgabe wird es in diesen Zeilen noch sein, die in neuerer Zeit von verschiedenen Seiten betonten Beziehungen unserer Gruppe zu den Dinoflagellaten etwas eingehender zu erläutern, als dies schon in früheren Kapiteln geschehen ist.

Wie bemerkt, wies zuerst Allman auf die Beziehungen der Dinoflagellaten zu Noctiluca hin, doch hob ich schon anderwärts (40) hervor, dass sich der von ihm gezogene Vergleich im Wesentlichen nur auf das Vorkommen einer Längsfurche und einer aus ihr entspringenden Geissel bei beiden Formen stützte. Unter diesen Umständen ist es leicht verständlich, dass die Idee Allman's keine grosse Verbreitung fand, um so mehr, als er speciell sein Peridinium uberrimum zum Vergleich heranzog, das mit einem allseitigen Cilienkleide versehen sein sollte, wie wir früher sahen (p. 957). Kent (37) äusserte sich ähnlich wie Allman und betonte namentlich auch die Uebereinstimmung beider Abtheilungen im Leuchtvermögen; jedenfalls hat er aus Allman geschöpft. In seinem System aber gab er diesen Beziehungen keinen Ausdruck, denn er stellte unsere Abtheilung als Familie der Noctilucidae zwischen die Familien der Euglenidae und Chrysomonadidae in seine Ordnung der mundführenden Flagellaten.

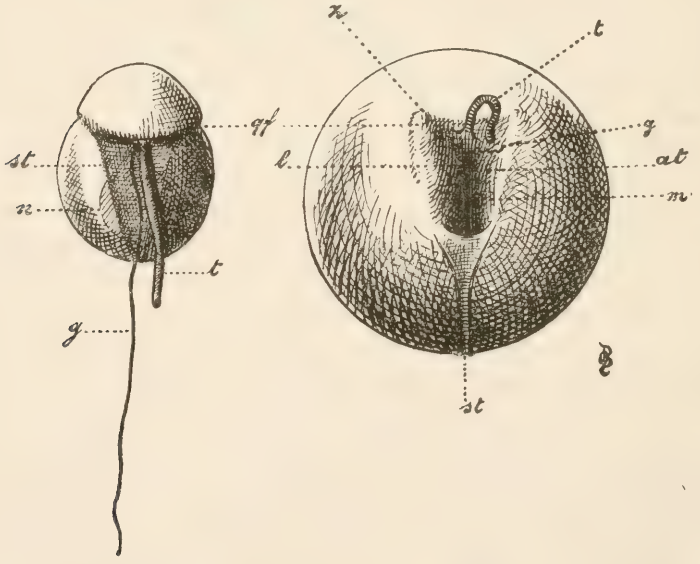
Im Jahre 1883 sprachen sich Pouchet und Stein energisch für eine nahe Verwandtschaft der beiden Abtheilungen aus. Ersterer bemühte sich namentlich Beziehungen zwischen Peridinium divergens und Noctiluca nachzuweisen und vermuthete, dass die Noctilucen ein peridiniumartiges, mit Hülle versehenes Jugendstadium durchliefen. Folgende Gründe schienen ihm namentlich für die Verwandtschaft beider Abtheilungen zu sprechen. Bei beiden fänden sich „dieselben physikalisch-chemischen Charactere der lebenden Substanz, dieselbe Gegenwart einer „lacune aqueuse" und von carminrothen bis gemsfarbigen Tröpfchen; dieselbe Asymmetrie, durch Torsion bewirkt, dasselbe Hervorragen einer Lippe, die Existenz eines Flagellums uud Leuchtvermögen." Ausserdem wies er noch auf eine gewisse Uebereinstimmung in der Gestaltung der seit Busch bekannten, in Regeneration begriffenen Noctilucen mit Peridinium divergens hin, Beziehungen, welche wir nicht für begründet erachten können, da man um sie anzunehmen, die Noctilucen in eine

*) S. Journ. anat. et physiologie 15. Ann. 1879, p. 536.

Stellung bringen muss, welche nach unserer Auffassung gerade um 180 Grad gegen die übereinstimmende Orientirung mit den Dinoflagellaten verdreht ist. Dass ich die übrigen im Vorstehenden von Pouchet namhaft gemachten Vergleichspunkte nicht für beweisend erachten kann, habe ich schon hervorgehoben (40) und will hier nicht weiter darauf eingehen, da sie der Leser selbst beurtheilen wird.

Stein wollte, wie schon bei früherer Gelegenheit bemerkt wurde, Noctiluca mit einigen echten Dinoflagellaten (Pyrophacus und Ptychodiscus) zu der Familie der Noctilucidae vereinigen, welche er unter die Dinoflagellaten (seine arthrodele Flagellaten) aufnahm. Mit Klebs (s. Dinofl. 44) musste ich schon betonen (vergl. pag. 935), dass ich diese Vereinigung von Pyrophacus und Ptychodiscus mit Noctiluca für unrichtig halte, doch kann ich mit ersterem nicht so weit gehen, die Beziehungen der Dinoflagellaten zu Noctiluca überhaupt in Abrede zu stellen, halte dieselben im Gegentheil für begründet.

In seiner neuesten Publikation gelangte Pouchet (41) zu einer etwas veränderten Auffassung der Beziehungen unserer beiden Abtheilungen, wesentlich auf Grund des von ihm entdeckten sogen. Gymnodinium pseudonoctiluca, das wir oben beschrieben (s. p. 1078) und mit Pouchet für den Jugendzustand einer Cystoflagelate, wenn auch sicher nicht den der Noctiluca beanspruchen. Jetzt möchte Pouchet die Verwandtschaft zwischen Noctiluca und Peridinium divergens fallen lassen und an deren Stelle eine solche mit Gymnodinium setzen. Doch geht er



Erklärung des Holzschnittes. Links Schema eines Schwärmers (Ventralansicht) nach den Darstellungen von Cienkowsky und Robin; rechts Schema der ausgebildeten Noctiluca in gleicher Orientirung, so dass die Beziehungen der Organe beider Zustände zu einander sich von selbst ergeben.

auch hier meines Erachtens wieder zu weit, indem er Noctiluca direct in die Gattung Gymnodinium einreihen will, wenn diese Beziehungen sich bestätigen sollten.

Etwa gleichzeitig mit der neuesten Arbeit Pouchet's habe auch ich eine ähnliche Ansicht zu erweisen gesucht, indem ich mich darzulegen bemühte, dass die Schwärmer von Noctiluca, wie sie uns durch die Untersuchungen Cienkowsky's und Robin's bekannt geworden sind, einen dinoflagellatenartigen Bau besässen.

Der nebenstehende Holzschnitt wird diese Vergleichung rechtfertigen. Wir erinnern uns aus der früher gegebenen Beschreibung des Schwärmers, dass derselbe eine Querfurche (qf) besitzt, ähnlich der der Dinoflagellaten und eine über die Bauchseite der hinteren Körperhälfte hinziehende, nach hinten sich verschmälernde Aushöhlung (st), welche der Längsfurche der Dinoflagellaten gleich zu setzen sein dürfte. Auf der Bauchseite entspringen an der Querfurche die nach hinten gerichtete Geissel (g) und zuweilen das von uns als Anlage der Bandgeissel gedeutete Organ (t). Dass die ersterwähnte Geissel der Längsfurchengeissel der Dinoflagellaten entspricht, kann keinem Zweifel unterliegen und ebenso halte ich es, wie früher bemerkt, für wahrscheinlich, dass dieselbe in die hintere Geissel der ausgebildeten Noctiluca übergeht. Dann spräche aber manches dafür, dass die Bandgeissel der Querfurchengeissel der Dinoflagellaten zu homologisiren sei, worauf auch die bandförmige Structur der ersteren bei manchen Dinoflagellaten hinweist. Pouchet ist hinsichtlich dieser Vergleichung der Geisseln anderer Meinung. Da er neben dem rudimentären Tentakel seines Gymnodinium pseudonoctiluca noch eine Quergeissel beobachtet haben will, so möchte er den Tentakel oder die Bandgeissel auf die Längsgeissel der Dinoflagellaten zurückführen. Ich bemerkte schon (p. 1079), dass ich einstweilen bei meiner Anschauung verbleiben muss. Wir haben auch erfahren, dass Robin bei den Noctiluca-Schwärmern eine contractile Vacuole beobachtete, welche sich sehr langsam zusammenzieht. In letzterer Hinsicht sowohl, wie in ihrer Lage stimmt dieselbe mit der Vacuole der Dinoflagellaten gut überein.

Auf die angedeutete Vergleichung der Noctiluca mit den Dinoflagellaten gründet sich auch die Orientirung, welche wir den Cystoflagellaten gegeben haben und welche von der früherer Autoren wesentlich abweicht. Dass wir in dieser Beziehung das richtige trafen, ergibt sich vielleicht aus einem Umstande, auf welchen ich erst später aufmerksam wurde. Bei seinem Amphidinium lacustre beschrieb Stein vorn, an dem rechten Rand der Längsfurche einen leistenartigen Vorsprung, welcher wohl ein Aequivalent des Zahnes der Noctiluca sein könnte und dessen Lage nach unserer Orientirung der Noctiluca genau mit der des Zahns derselben übereinstimmt. Ueberhaupt hat diese kleine Dinoflagellate vielleicht die grösste Aehnlichkeit mit den Schwärmern der Noctiluca, so dass es möglich wäre, dass sie und die Gattung Amphidinium überhaupt

mit den Formen näher verwandt war, aus welchen sich die Cystoflagellaten entwickelten.

Aus dem Mitgetheilten geht also hervor, dass wir die Ableitung der Cystoflagellaten von den Dinoflagellaten für angezeigt halten, aber eine Unterordnung der ersteren unter die Dinoflagellaten nicht befürworten können, da die Cystoflagellaten sowohl im Bau wie in der Fortpflanzung zu tiefgehende Unterschiede, respect. Weiterbildungen aufweisen.

6. Biologisch-Physiologisches.

A. Vorkommen und Lebensverhältnisse.

Während Leptodiscus bis jetzt nur bei Messina beobachtet wurde, darf Noctiluca als ein kosmopolitisches Wesen bezeichnet werden, wie einige Angaben über ihr Vorkommen ergeben werden. Sie ist sehr häufig in der Nordsee, tritt dagegen nur gelegentlich in die Ostsee ein, verbreitet sich an den Küsten des atlantischen Oceans sowohl auf der nördlichen wie südlichen Halbkugel (Rio de Janeiro, Giglioli). An den Küsten des Mittelmeeres ist sie weit verbreitet, ebenso im schwarzen, bis in das Asow'sche Meer hinein. Am Cap der guten Hoffnung wurde sie mehrfach beobachtet (Forster und Dartet de Tessan bei Beneden), scheint im rothen Meer nicht zu fehlen (Ehrenberg) und auch das südwestlich vom Cap Aden durch Newland beobachtete Leuchtwesen war wohl Noctiluca. Giglioli fand sie weiter in der Bangkastrasse, zu Singapore, an der Küste von Cochinchina, zu Hongkong und Batavia; derselbe Beobachter constatirte ihr Vorkommen im stillen Ocean sowohl bei Sidney wie an der westlichen Küste bei Valparaiso. Ich habe manche ältere Beobachtung, welche sich mit mehr oder weniger Gewissheit hierher beziehen liesse, absichtlich nicht erwähnt. Nach dem Mitgetheilten lässt sich also an der kosmopolitischen Verbreitung der Gattung nicht zweifeln.

Schon Giglioli betonte aber, dass sie wesentlich längs der Küsten verbreitet sei, dem offenen Ocean hingegen fehle; zu demselben Resultat gelangte auch die Challengerexpedition*), doch constatirte dieselbe auch die oben erwähnte Verbreitung der sog. Pyrocystis noctiluca im offenen Ocean. Da nun diese Pyrocystis wohl sicher zu Noctiluca gehört, so dürfte die Beschränkung auf die Küsten keine völlige sein.

Wie weit sich die Noctilucen in die Tiefe erstrecken, wurde noch nicht erforscht; da sie aber keine activen Schwimmbewegungen ausführen und durch ihre specifische Leichtigkeit im Seewasser aufsteigen, dürfte anzunehmen sein, dass sie nicht tief unter die Oberfläche hinab gehen.

Es ist lange bekannt, in welcher Massenhaftigkeit Noctiluca miliaris zuweilen auftritt. Schon Suriray sah sie bei Havre zuweilen eine dicke klebrige Schicht an gewissen Stellen der Meeresoberfläche bilden. Drei bis vier Zoll dick, wie er solche Schichten beobachtet haben will, scheint

*) Proceed. roy. soc. London. Bd. 24. p. 533.

vielleicht etwas zu viel, doch gibt auch Dönitz dasselbe an. Auch Verhaeghe fand zu Ostende bei stark leuchtendem Meer eine Schicht von 2—3 Mm. Dicke. Aehnliches beobachtete Busch zu Helgoland und Giglioli zu Gibraltar; ersterer beschreibt eine solche Noctilucenschicht der Meeresoberfläche als gelblich und ölartig, letzterer vergleicht sie gelatinartigem Rahm.

Wie für die Dinoflagellaten scheint wenigstens in den nördlicheren Meeren das massenhafte Auftreten der Noctilucen in die Sommer- und Herbstmonate zu fallen, obgleich sie im Winter nicht fehlen (Verhaeghe, Webb), aber doch spärlicher auftreten, wie schon aus der Erfahrung hervorgeht, dass das Meerleuchten in den Sommer- und Herbstmonaten am stärksten ist. Cienkowsky hat dieselbe Erfahrung auch zu Odessa gemacht.

B. Ernährungsverhältnisse.

Noctiluca gehört zu den sich entschieden animalisch ernährenden und recht gefrässigen Protozoën. Sie scheint ziemlich ohne Auswahl alle nicht zu grossen pelagischen Organismen zu fressen, seien dies nun pflanzliche oder thierische. Besonders dienen ihr pelagische Bacillariaceen als Nahrung, doch auch Oscillatorien und Bruchstücke verschiedener Algen. Verschiedenen pelagischen Protozoën wie Dinoflagellaten, Tintinnoiden etc. begegnet man häufig in ihr; aber auch höherstehende thierische Organismen, wie kleine Copepoden, manchmal nahezu so lang wie ihr eigener Durchmesser, bewältigt sie, ebenso wie Copepoden- und Gastropodeneier und deren pelagische Larven (Robin). Nach letzterem Beobachter verschlingt sie aber auch sehr verschiedenartige Körper, welche durch Zufall auf die Meeresoberfläche gerathen, wie Pollen von Pinus maritima, Pflanzenhaare, Fäden von Stoffen, ja auch Oeltropfen und schliesslich, was besonders eigenthümlich erscheint, sogar Luftblasen. Ob letzteres direct beobachtet wurde, ist nicht angegeben. Auch untereinander sollen sie sich nach Robin auffressen, doch wird dies wohl nicht häufig sein, da kein anderer Beobachter etwas davon berichtet.

Leptodiscus ernährt sich gleichfalls wohl sicher thierisch, wie Hertwig versichert, der nur sehr kleine und wie mir scheint nicht ganz sichere Nahrungskörper im Innern gefunden hat, nämlich Algensporen, sowie rothe und braune Pigmentkörner; speciell die letzteren scheinen in ihrer Bedeutung als Nahrung etwas zweifelhaft.

C. Contractionen des Körpers und Schwimmen.

Noctiluca scheint nur selten stärkere Contractionen auszuführen; die meisten Beobachter berichten gar nichts von solchen, doch erwähnen schon Verhaeghe, Krohn und West einiges über Gestaltsveränderungen, die von Contractionen herrührten. Nach Robin äussert sich die Contraction gewöhnlich darin, dass das Peristom vertieft, der Mund also tiefer in das Körperinnere hineingezogen wird, wobei natürlich auch die Peristomorgane weiter in das Innere hinabsinken. Mancherlei Falten

der Körperwand mögen vielleicht auch von localen Contractionen der Plasmazüge herrühren.

Ganz anders verhält sich Leptodiscus, denn dieser contrahirt sich ungemein energisch und führt so seine raschen Bewegungen aus. Die Contractionen rufen Verengerung der Schirmhöhle ganz wie bei einer Meduse hervor und durch rasche Wiederholung solcher Verengerungen und Erweiterungen der Höhle, unter Ausstossung des Wassers, bewegt sich Leptodiscus quallenähnlich, in manchmal „pfeilschnellen" Stössen durch das Wasser. Die Contraction kann aber auch nur Partien des Schirmrandes ergreifen, so dass ein Lappen desselben eingeschlagen wird oder zwei gegenüberstehende Lappen sich zusammenlegen, indem sie gleichsam eine Rinne auf der concaven Schirmseite erzeugen (T. 50, Fig. 10a—c).

Leptodiscus ist also ein energischer activer Schwimmer; ganz anders verhält sich Noctiluca. Das Schwimmen derselben an der Oberfläche beruht jedenfalls, wie schon die älteren Beobachter vermutheten, auf geringerem specifischem Gewicht wie das umgebende Seewasser. Die geissellosen ruhenden Exemplare halten sich ebenso gut an der Oberfläche wie normale. Werden Noctilucen unter den Wasserspiegel gebracht, so steigen sie langsam immer wieder empor; erst einige Zeit nach dem Tode sinken sie dauernd zu Boden. Vignal versuchte sie unter höheren Druck zu versetzen und will gefunden haben, dass sie bei einem den mittleren Barometerstand nur um 18 Millimeter übersteigenden Druck sinken, um sich bei Nachlassen desselben allmählich wieder zu heben. Er vermuthet daher im Körper eine compressiblere Substanz. Ich muss jedoch gestehen, dass mir der Versuch nicht ganz einwurfsfrei erscheint, da das Sinken schon bei einem so geringen Ueberdruck eintrat. Verhielte sich das in der That so, so müssten die Noctilucen bei einem Barometerstand von 778, wie er gelegentlich vorkommt, unter die Meeresoberfläche sinken.

Dass bei der schwimmenden Noctiluca das Peristom mit der Bandgeissel nach unten gerichtet ist, wie es hauptsächlich Dönitz betonte, folgt wohl aus der excentrischen Lage des Centralplasmas am Peristom, wodurch der Schwerpunkt letzterem jedenfalls genähert liegt. Die Ursache des niederen specifischen Gewichts gegenüber dem Seewasser suchen Vignal und Robin im Zellsaft, welcher nach dem ersteren sehr wenig gelöste Substanz enthält. Da die todte Noctiluca untersinkt, so scheint dies auch ziemlich plausibel; andererseits scheint aber dieser Zellsaft doch wohl etwas schwerer wie süsses Wasser zu sein, da Noctilucen in demselben stark aufschwellen. Die activen Schwimmbewegungen, wenn man überhaupt von solchen reden darf, beschränken sich, wie früher bemerkt wurde, auf ein leises Hin- und Herschwanken, das auf die Bewegungen der Bandgeissel zurückzuführen ist.

D. Lebenszähigkeit, Einfluss verschiedener Agentien.

Während Leptodiscus nach Hertwig's Erfahrungen zu den zartesten pelagischen Organismen gehört, da er in kleinen Glasgefässen schon nach einer halben Stunde zu Grunde geht, besitzt Noctiluca eine relativ beträchtliche Lebenszähigkeit, die es gestattet, sie 14 Tage bis drei Wochen in kleinen Glasschalen zu halten, namentlich, wenn durch zugefügte Algen für Erneuerung des Sauerstoffs gesorgt wird. In kleinen Wassermengen unter dem Mikroskop oder im hängenden Tropfen kann man sie nach den Erfahrungen von Cienkowsky und Robin etwa 12 bis 18 Stunden erhalten. Der beginnende Tod macht sich durch Auftreten zahlreicher Vacuolen bemerkbar, welche auf der äusseren Oberfläche faltige Hervorragungen verursachen und die Abhebung einer besonderen Membran vortäuschen. Die Plasmazüge ziehen sich schliesslich in die Centralmasse zurück und endlich tritt eine mehr oder weniger intensive Zerstörung des Plasmas unter Auflösung ein. Dabei schrumpfen die Noctilucen, häufig unter Platzen, unregelmässig zusammen. Eine solche Schrumpfung tritt überhaupt bei Verletzungen ungemein leicht ein; schon die Berührung mit einer Nadel genügt gewöhnlich, um eine solche hervorzurufen. Wir werden aber sehen, dass sogar stark verletzte Noctilucen weiterzuleben und sich zu restituiren im Stande sind.

Wie schon bemerkt wurde, leiden die Noctilucen wohl kaum unter der Winterkälte, doch will Verhaeghe gefunden haben, dass sie beim Frieren des Wassers zu Grunde gehen. Bei Temperaturerhöhung sterben sie, wie schon Quatrefages fand und Vignal bestätigte, bei etwa 39 Grad C. (39,7 Vignal).

Ueber den Einfluss electrischer Ströme wurden ziemlich widersprechende Mittheilungen gemacht. Indem wir zunächst von der Wirkung derselben auf das Leuchten absehen, betonen wir, dass Vignal gefunden haben will, dass sich die Bandgeissel unter dem Einfluss gewöhnlicher und Inductionsströme wie eine Muskel verhält, da sie sich beim Oeffnen und Schliessen contrahirt und durch einen rasch unterbrochenen Inductionsstrom in tetanische, andauernde Contraction versetzt wird. Letztere erhält sich aber nur etwa 3 bis 4 Minuten, um hierauf unter dem Einfluss der Ermüdung nachzulassen. Bei Einwirkung einer Anzahl Entladungen des Inductionsstromes soll sich das gesammte Plasma langsam auf das centrale zusammenziehen, indem die Noctiluca allmählich abstirbt.

Vignal will sich ferner bei Vergiftung mit Curare überzeugt haben, dass die Bandgeissel ihre Contractionsfähigkeit nicht einbüsst, indem sie durch Electricität erregbar bleibe; da sie sich aber nach solcher Vergiftung nicht mehr von selbst contrahirt, so möchte er annehmen, dass der Fibrillenstrang, der vom Centralplasma zu ihrer Basis zieht, die Rolle eines Nerven spielt, der durch Curare ausser Action gesetzt wird. Leider bemerkt er aber selbst, dass seine Versuche nicht vollständig zufrieden stellend gewesen seien, so dass wir diese Erfahrung, welche, ihre Be-

stätigung vorausgesetzt, gewiss ein hohes Interesse beanspruchen muss, noch nicht zu den sicheren rechnen dürfen. In directem Gegensatz zu vorstehenden Angaben Vignal's wollen sich nun aber Robin und Cadiat überzeugt haben, dass electrische Ströme jeder Art nicht den geringsten Einfluss auf die Contractionen der Bandgeissel und die Bewegungen des Plasmas haben. Wie diese Widersprüche zu lösen sind, muss einstweilen dahin gestellt bleiben.

E. Leuchten.

Wohl das grösste Interesse erregte Noctiluca stets als eines der wichtigsten marinen Leuchtwesen, das wegen der Massenhaftigkeit seines Vorkommens, bei gleichzeitiger Kleinheit des Körpers, vorzugsweise das gleichmässige oder diffuse Leuchten der Meeresoberfläche bewirkt. Wie früher bemerkt wurde, findet sie nur in den Dinoflagellaten Rivalen, deren Leuchtvermögen jedoch beträchtlich geringer bleibt, so dass sie selbst bei grosser Anhäufung nicht die Intensität der Erscheinung bewirken wie Noctiluca. Was aber die Untersuchungen Michaelis' von dem Verhalten der leuchtenden Dinoflagellaten gegen mechanische und anderweitige Reizung lehrten, zeigt, dass sie darin in jeder Hinsicht mit Noctiluca übereinstimmen, wesshalb auch die Ursache des Phänomens bei beiden Abtheilungen die gleiche sein dürfte. Auch das Leuchten vieler anderer mariner Thiere zeigt sowohl in seiner allgemeinen Erscheinung, wie in seinem Verhalten bei verschiedenartigem Experimentiren so viel Uebereinstimmendes, dass vielleicht bei allen diesen Wesen dieselbe Leuchtursache anzunehmen ist. Leider blieb die Frage nach dem Leuchtvermögen des Leptodiscus bis jetzt unerledigt, wenn es auch mehr wie wahrscheinlich ist, dass auch diese Cystoflagellate leuchten wird.

Zunächst müssen wir uns einigermaassen mit der allgemeinen Erscheinung des Leuchtens vertraut machen, um später dasjenige zu betrachten, was die experimentellen Untersuchungen ergaben.

Bei ruhigem Schwimmen in unbewegtem Wasser ist keine, oder doch nur eine äusserst schwache und dann weissliche Lichtentwickelung der Noctiluca zu beobachten. Die verschiedenen Beobachter stimmen übrigens in dieser Hinsicht nicht ganz überein; während die meisten keine Lichtentwickelung der ungereizten Noctilucen gefunden haben wollen, berichten andere (speciell Vignal) von einem schwachen weisslichen Leuchten. Wie wir sehen werden, scheint es auch möglich, dass beide Auffassungen Berechtigung haben, da unter Umständen ein andauerndes, schwaches Leuchten eintreten kann.

Schon eine äusserst geringe Bewegung des Wassers, eine leichte Erschütterung des Gefässes oder eine sonst wie erzeugte Bewegung des Wassers, ruft sofort ein lebhaftes Aufleuchten der Noctilucen hervor, wobei das ganze Wasser auf sehr kurze Zeit, höchstens einige Secunden, ein bläuliches bis grünliches Licht ausstrahlt, wenn es viele Noctilucen enthält und dieselben nicht schon stark afficirt sind.

Dass die verschiedenen Beobachter über die Farbe des Lichtes differirende Angaben machen, kann nicht Wunder nehmen, da die Färbung keine intensive ist und schwaches Grün und Blau, um das es sich dabei handelt, besonders schwer unterschieden wird. Bald wird das Licht daher mehr als bläulich, bald mehr als grünlich bezeichnet; ich persönlich habe mehr den Eindruck des Blauen. Giglioli findet bei den drei, von ihm unterschiedenen Noctilucaarten verschiedenfarbiges Licht. Bei N. miliaris sei dasselbe milchartig grünlich und azurblau gefärbt, bei N. homogenea grünlich (verdognola) und bei N. pacifica weisslich (biancastra). Fortgesetzte mechanische oder anderweitige, zur Lichtentwickelung führende Reizung ruft nicht nur eine baldige Abschwächung des Lichtes hervor, sondern nach Quatrefages auch eine Veränderung seiner Farbe, indem dieselbe mehr und mehr ins Weisse übergeht. Dabei tritt die Erscheinung auf, welche nach Panceri auch bei anderen marinen Leuchtthieren z. Th. beobachtet wird; das Leuchten verliert den Charakter des spontanen, auf Reiz plötzlich und kurz eintretenden und wird zu einem fixen, länger andauernden, schwach weisslichen Licht.

Bleiben die Noctilucen einige Zeit in Ruhe, so stellt sich die Fähigkeit der Lichtentwicklung in ursprünglicher Intensität wieder ein. Nach einer einmaligen Erschütterung und Lichtentwicklung genügt nach Allman eine Minute Ruhe, um die Erscheinung wieder in gleicher Vollendung hervorzurufen.

Eine spectroskopische Prüfung des Lichtes fehlt bis jetzt noch, doch dürfte wohl unbedenklich anzunehmen sein, dass es wie das anderer mariner und terrestrischer Thiere ein continuirliches schwaches Spectrum besitzt.

Obgleich die Erscheinung bei voller Entwicklung, in einer dunklen Nacht einen überwältigenden Eindruck macht, von dessen Anblick man sich nur schwer trennt, ergibt eine genauere Ermittelung doch, dass die Intensität des ausgestrahlten Lichtes keine sehr erhebliche ist. Die Mittheilung einiger Versuche von Quatrefages mag dies darlegen. In einer 15 Millim. weiten Röhre befand sich Wasser, das eine 20 Millim. dicke Schicht Noctilucen enthielt; bei heftigem Schütteln der Röhre konnten die ziemlich feinen Ziffern einer Uhr nur dann gelesen werden, wenn die Röhre direct auf das Zifferblatt gelegt wurde. Wurden vier bis fünf Kaffeelöffel Noctilucen auf ein Filter gebracht und dieses nach dem Ablaufen des Wassers entfaltet, so war das Licht intensiv genug, um die Ziffern derselben Uhr in einer Entfernung von einem Fuss zu lesen.

Nur Quatrefages suchte durch Versuche zu ermitteln, ob mit der Lichterscheinung auch Wärmeentwicklung verbunden sei; obgleich nun seine Versuche jedenfalls nicht mit genügend feinen Instrumenten ausgeführt wurden, um sehr geringe Temperaturunterschiede festzustellen, und auch die allgemeinen Versuchsbedingungen durchaus nicht einwurfsfrei waren, so folgt aus denselben doch, dass bemerkenswerthe Wärmequantitäten beim Leuchten jedenfalls nicht frei werden und wenn wir die

viel genaueren Untersuchungen Panceri's an anderen marinen Leuchtthieren berücksichtigen, so dürfen wir mit Recht vermuthen, dass auch beim Leuchten der Noctilucen keine, oder doch so geringe Wärmemengen gebildet werden, dass sie selbst mit den empfindlichsten thermoelektrischen Instrumenten unbemerkbar bleiben.

Eine mikroskopische Prüfung über den Sitz der Lichtentwicklung ergibt sofort, dass nicht ein bestimmter Körpertheil, oder ein besonderes Organ mit dieser Fähigkeit ausgerüstet ist, dass vielmehr bei lebhafter Lichtentwicklung die gesammte Noctiluca wie eine gleichmässig leuchtende Kugel erscheint. Doch versichert Quatrefages, dass nicht selten nur einzelne Theile des Körpers leuchten und an einem und demselben Individuum gelegentlich abwechselnde Partien. Quatrefages scheint der Ansicht zu sein, dass die Körperoberfläche den Sitz der Lichtentwicklung bilde und auch Allman spricht sich bestimmt in diesem Sinne aus. Als Beweis führt letzterer namentlich an, dass, wenn man das allmähliche Erlöschen einer Noctiluca unter dem Mikroskop verfolge, zuletzt noch ein leuchtender peripherischer Ring übrig bleibe; derselbe entstehe aber derart, dass bei sehr geschwächter Leuchtintensität nur noch an der Peripherie, wo man durch eine grössere Dicke der leuchtenden Schicht hindurchsehe, eine Lichterscheinung wahrnehmbar bleibe, also ein leuchtender peripherischer Ring erscheinen müsse.

Anderer Ansicht über den Sitz des Leuchtens ist dagegen Vignal, indem er nicht nur das oberflächliche Wandplasma, sondern das Plasma überhaupt als leuchtend erkennt. Den Beweis hierfür sucht er darin, dass, wenn man durch eine Verletzung die Einziehung der Plasmastrahlen in die Centralmasse veranlasse, alle Theile des Körpers, aus welchen die Plasmazüge zurückgetreten seien, dunkel würden und schliesslich nur noch das centrale Plasma leuchte. Ich kann nicht leugnen, dass ich gegen diese Auffassung und die Richtigkeit der Beobachtung einige Bedenken habe, denn verhielte sich die Sache in der angegebnen Weise, so müsste bei einer kräftigen Noctiluca wohl das ganze Plasmanetzwerk deutlich leuchtend hervortreten und davon berichten die früheren Beobachter nichts und auch Vignal selbst gibt keine solche Schilderung der leuchtenden Noctiluca. Im allgemeinen scheint mir daher die Angabe wahrscheinlicher, dass die Wand vornehmlich leuchte wenn ich auch dem inneren Plasma das Leuchtvermögen nicht ganz absprechen möchte.

Mit eingehenderer Untersuchung der Leuchterscheinung bei stärkerer Vergrösserung hat sich meines Wissens nur Quatrefages beschäftigt und dabei die bemerkenswerthe Thatsache festgestellt, dass es sich nicht um eine continuirlich zusammenhängende Lichtfläche handelt, sondern das anscheinend gleichmässige Licht schon bei 150facher Vergrösserung in eine Unzahl kleiner leuchtender Punkte aufgelöst wird. Grössere und kleinere derartige Leuchtpunkte stehen durcheinander wie in einem Nebelfleck. An einer begrenzten leuchtenden Partie des Nocti-

lucakörpers besteht der centrale Theil aus einer dichten Zusammenhäufung solcher Leuchtpunkte, welche gegen die Peripherie allmählich spärlicher werden und weiter auseinander stehen, um endlich ganz aufzuhören. Wie unten noch näher auseinandergesetzt werden soll, scheint diese Beobachtung wichtig und lässt in Verbindung mit anderweitigen Erfahrungen vielleicht eine Vermuthung über die leuchtenden Theile des Plasmas zu.

Nach dem über den Einfluss der Erschütterung auf das Leuchten Bemerkten wird es natürlich erscheinen, dass auch directe mechanische Reizung durch Druck oder Berührung Lichtentwicklung hervorruft. Bei leiser Berührung mit der Nadelspitze machten Robin und Legros die interessante Erfahrung, dass nur die gereizte Stelle des Noctilucenkörpers leuchte, eine Erscheinung, welche im Hinblick auf die rasche Ausbreitung des Reizes bei gewissen leuchtenden Anthozoën (so Pennatula nach Panceri) etwas befremdend erscheint.

Wie mechanische Reize wirken auch diejenigen chemischen, welche durch ihren Einfluss auf das Plasma, indem sie es zur Contraction veranlassen, resp. sein Leben vernichten, eine innere Erschütterung des Körpers hervorrufen.

Wahrnehmungen dieser Art wurden schon im vorigen Jahrhundert (Rigault) gemacht und später von vielen Beobachtern bestätigt und erweitert (namentlich Verhaeghe, Pring und Quatrefages). Mineralsäuren, Alkalien, Alkohol, starke Salzlösung, jedoch auch Süsswasser wirken in dieser Weise, indem sie ein mehr oder minder intensives Aufleuchten hervorrufen, dem das erwähnte weissliche Licht folgt, wenn die zugesetzten Stoffe den Tod nicht zu rasch herbeiführen. Natürlich bewirken aber alle diese Stoffe endlich das Absterben der Noctilucen und damit auch das Erlöschen des Leuchtvermögens; denn über den Tod hinaus scheint sich das Leuchten der Noctilucen nicht zu erhalten. Zwar senden auch kleine Bruchstücke noch lange Zeit ein schwaches Licht aus (Quatrefages); dem feinen Netz anhängende oder auf dem Filter befindliche Noctilucen leuchten noch so lange bei Erschütterung, als das Netz oder Filter ein wenig Feuchtigkeit zurückhält (Allman sah ein Netz noch nach 31 Stunden leuchten, ähnliches berichtete auch schon Suriray). Dennoch scheinen alle Erfahrungen darauf hinzuweisen, dass der Tod dem Leuchten ein Ziel setzt. Vorherige Belichtung ist keine Bedingung des Leuchtens, wie Pring versichert, der hierüber Versuche angestellt haben will, die er aber nicht specieller schildert. Andererseits ist aber auch die Leuchtfähigkeit ständig vorhanden, nicht etwa nur auf die Zeit der Dunkelheit beschränkt, wie jederzeit, bei Ueberführung in einen dunklen Raum zu constatiren ist (Allman, Robin etc.). Allman hebt letzteres speciell im Gegensatz zu Beroë hervor, welche nach seiner Erfahrung erst einige Zeit im Dunkeln verweilen muss, bevor sie leuchtet. Wie die Untersuchungen zur Zeit liegen, scheint aber doch keine Nöthigung zu bestehen, das Leuchtvermögen als Ausfluss des eigentlichen, lebendigen Plasmas zu betrachten, sondern die Möglichkeit vorhanden zu sein, dass

es von einem im Plasma erzeugten und daher auch über dessen Leben hinaus erhaltungsfähigen Stoff ausgeht, wovon später noch mehr.

Damit dürfte die auch von anderen Leuchtthieren bekannte Erscheinung kaum im Widerspruch stehen, dass wenn man die Noctilucen zwischen den Fingern zerreibt, die an letzteren haftende Substanz noch lange leuchtet. Nach Quatrefages soll die zerquetschte Substanz das geschilderte weissliche, fixe Licht entwickeln; nach Robin sollen die Finger, zwischen denen man Noctilucen zerrieb, bei jeder Reibung leuchten, so lange noch etwas von der Substanz zurückblieb. Jedenfalls stirbt die zerquetschte Substanz nicht momentan ab; genauere Untersuchungen wären sehr wünschenswerth.

Ueber den Einfluss der Wärme weiss man kaum etwas bestimmtes. Pring fand keine Verstärkung des Leuchtens, wenn er ein Gefäss mit Noctilucen in Wasser von etwa 25° C. stellte. Quatrefages beobachtete dagegen Aufleuchten beim Erwärmen einer langen Glasröhre mit Noctilucen; doch mag dies, wie Vignal bemerkt, eine Folge der Strömungen in der Röhre gewesen sein. Letzterer glaubt selbst einen gewissen Einfluss der Erwärmung auf das Leuchten gefunden zu haben, da er beobachtete, dass eine Portion Noctilucen, welche einige Zeit auf 37° C. erhitzt worden war, nach dem Erkalten intensiver leuchtete, als eine andere, nicht erwärmte Portion der gleichen Wesen.

Eine noch grössere Unsicherheit herrscht hinsichtlich der Wirkung der Elektricität, da sich die Angaben der verschiedenen Beobachter geradezu widersprechen.

Beim Ueberspringen des Funkens einer Leydener Flasche in ein Gefäss mit Noctilucen erhielt Quatrefages regelmässig ein Aufleuchten und nach drei Entladungen waren die Noctilucen in den dauernd schwach leuchtenden Zustand übergegangen. Pring konnte mit dem durch zwei Smee'sche Elemente erzeugten Strom keine Leuchtwirkung erzielen. Mit einem kleinen Element (pile à auge) fand Quatrefages namentlich reichliches Leuchten am Zinkpol; doch bemerkt er selbst, dass diese Erscheinung wohl als Wirkung der beim Durchleiten des Stromes freigewordenen Säuren gedeutet werden müsse. Robin und Legros wollen bei Anwendung eines kleinen elektro-medicinischen Apparats („au bisulfate de mercure") sofort um jeden der eingetauchten Pole einen lebhaften Lichtring gesehen haben und zwischen den beiden Ringen ein leuchtendes Verbindungsband. Im Moment der Stromunterbrechung wurde das Leuchten stärker, erlosch jedoch bald. — Ganz verschieden hiervon lauten die Angaben Vignal's, welcher weder mit dem Strom zweier Grenet'scher Elemente noch mit einem Schlitteninductionsapparat, unter verschiedenartiger Variation der Versuchsbedingungen, Leuchten erzielen konnte und sich daher gegen jede directe Wirkung der Elektricität ausspricht.

Eine Frage von besonderer Wichtigkeit für Auffassung und Erklärung des Leuchtens ist dessen Beziehung zum Sauerstoff, welche denn auch schon früh untersucht wurde. Im Gegensatz zu dem, was man

nach den Erfahrungen bei anderen Leuchtthieren erwarten dürfte, stimmen alle Untersucher seit Suriray darin überein, dass Sauerstoff kein Erforderniss des Leuchtens sei, dass dieses vielmehr unter indifferenten Gasen in gleicher Weise fortdauere. Bevor ich einiges über die angestellten Experimente berichte, glaube ich bemerken zu müssen, dass mir alle bis jetzt vorliegenden Versuche nicht exact genug scheinen, um ganz beweisend zu sein. Auch minimale Sauerstoffmengen dürften wohl noch genügen, das Leuchten zu unterhalten, und kaum in einem der Versuche kann von absolutem Ausschluss des Sauerstoffs die Rede sein. Schon Macartney brachte Noctilucen unter die Luftpumpe und beobachtete hierbe kein Aufhören des Leuchtens bei Erschütterungen, ja glaubte gefunden zu haben, dass es unter diesen Umständen leichter angeregt werde und längei dauere. Auch Quatrefages machte diesen Versuch und sah die Noctilucen bald in den weisslich leuchtenden Zustand übergehen; nach einer Stunde 19 Minuten sollen sie bei Erschütterung noch geleuchtet haben; er erklärte dieses Experiment übrigens für wenig beweisend. Noctilucen, welche über Quecksilber abgesperrt wurden, verloren dagegen bald ihr Leuchtvermögen. Den Einfluss von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlensäure untersuchten Pring und Quatrefages; ersterer brachte Wasser mit Noctilucen in Flaschen mit den betreffenden Gasen, letzterer liess etwas von den Gasen in mit noctilucahaltigem Meerwasser gefüllte Röhren aufsteigen, die in Wasser umgekehrt aufgestellt waren. Beide fanden, dass sich die Noctilucen unter Wasserstoff nicht anders verhalten wie unter Luft, und Pring constatirte das Gleiche auch für Stickstoff. Unter Sauerstoff schien Pring das Leuchten stärker aufzutreten, während Quatrefages keine Veränderung gegen Luft beobachtete und auch in Kohlensäure keine Veränderung fand. Anders spricht sich dagegen Pring über die Wirkung der Kohlensäure aus; dieselbe rief bei seinen Versuchen zunächst energisches und lang andauerndes Leuchten hervor, das nach etwa 20 bis 25 Minuten erlosch und sich durch Zufuhr von Luft nicht erneuern liess.

Schwefelwasserstoffgas wirkt nach Pring, wie zu erwarten, sofort tödtend, wogegen Quatrefages, der die Wirkung einer wässrigen Lösung untersuchte, keinen heftigen Einfluss derselben bemerkte. Mir scheint letzteres sehr unwahrscheinlich.

Schliesslich stellte auch Vignal ein Experiment über die Beziehung des Sauerstoffs zum Leuchtvermögen an. Er brachte einige Noctilucen in eine mit ausgekochtem Seewasser gefüllte Röhre und verschloss dieselbe sofort, ohne Luft mit einzulassen. In der Röhre befand sich ein kleines Glasstück, das bei Bewegungen mechanisch auf die Noctilucen wirkte. Unter diesen Bedingungen leuchteten letztere bei Erschütterungen wie gewöhnlich und dieses dauerte an, bis sie aus Mangel an Sauerstoff abstarben. Leider wird nicht berichtet, wie lange dies währte und wie lange die Noctilucen überhaupt ohne Sauerstoff leben können.

Wenn wir das Berichtete überschauen, so wird es uns zur Zeit schwer oder unmöglich scheinen, über die Ursache des Leuchtens eine einigermaassen begründete Vermuthung zu äussern. Wenn wir dennoch auf diese Frage eingehen, so veranlassen uns hierzu Erfahrungen, welche auf einem anderen Gebiet über das Leuchten organischer Körper gesammelt wurden und welche mit der Zeit wohl zur Aufklärung des Leuchtens der Organismen führen werden. Wir dürfen hier die älteren Ansichten, welche die Ursache des Leuchtens in elektrischen Erscheinungen oder Phosphorverbindungen vermutheten, wohl stillschweigend übergehen*). Es fragt sich zunächst hauptsächlich: haben wir das Leuchten als directe Lebensäusserung des eigentlich lebendigen Plasmas zu betrachten, welcher Auffassung Pflüger**) entschieden zuneigt, oder dürfen wir seine Ursache in gewissen im lebenden Organismus erzeugten Stoffen suchen, welche unter bestimmten Bedingungen Licht zu entwickeln vermögen. Letzterer Auffassung neigen diejenigen Beobachter zu, welche eine gewisse Leuchtmaterie nachgewiesen haben wollen. So Panceri***), der bei den untersuchten marinen Leuchtthieren (darunter nicht Noctiluca) Fette als die leuchtenden Körper beansprucht und Phipson†), welcher eine leuchtende Materie, die er Noctilucin nannte, von verschiedenen leuchtenden Thieren gewonnen haben will; Noctiluca unter suchte jedoch auch er nicht. Wir dürfen aber wohl mit Radziszewski††) ohne Bedenken annehmen, dass dieses Noctilucin kein einheitlicher chemischer Körper war (was auch die Untersuchungen nicht erwiesen), sondern ein Gemisch verschiedenartiger Stoffe. Die wichtigen Untersuchungen des letzterwähnten polnischen Chemikers sind es aber, welche bis zu gewissem Grad ein neues Licht über die Leuchtvorgänge in den Organismen verbreitet haben. Es gelang ihm nämlich nachzuweisen, dass eine ganze

*) Sehr eigenthumlich ist die Vorstellung, welche sich Pring von der nächsten Ursache des Leuchtens gebildet hatte; ich erwähne dieselbe, weil dieser Beobachter das Phänomen zuerst genauerer experimenteller Untersuchung unterzog. Er glaubte die Leuchtmaterie in einem flockigen Schleim gefunden zu haben, welchen die Thiere in der Gegend des Peristoms ausschieden. Wahrscheinlich handelte es sich also um die bekannte Erscheinung, dass bei Druck häufig etwas Plasma aus dem Peristom hervorgepresst wird. Zur Absonderung dieses Schleims schienen ihm die Thiere durch Furcht veranlasst zu werden; das Leuchten beim Schütteln der Gefässe wollte er denn auch auf das hierdurch bewirkte Erschrecken der Thiere zurückführen.

**) Pflüger, Ueber die physiologische Verbrennung in dem lebendigen Organismus. Arch. f. d. ges. Physiologie Bd. X, p. 275.

***) Panceri, Études s. l. phosphorescence des animaux marins. Ann. sciences naturelles. Zoologie (V). T. XVI. Art. 8.

†) Phipson, S. la matière phosphor. de la raie. Cpt. rend. Ac. Paris T. 51, p. 541 und S. la noctilucine ibid. T. 75, p. 547.

††) Radziszewski, Ueber das Leuchten des Lophins. Berichte der deutsch. chem. Gesellsch. Bd. X, p. 170.

——— Ueber die Phosphorescenz der organischen und organisirten Körper. Ann. d. Chemie Bd. 203. 1880, p. 305—335.

Reihe von Körpern, die sich im lebenden Organismus finden, unter gewissen Bedingungen bei gewöhnlicher oder doch nur wenig erhöhter Temperatur leuchten können: nämlich Fette, Lecithin, Cholestearin, ätherische Oele, Gallensäuren, Traubenzucker und vielleicht noch eine Reihe anderer Stoffe. Bedingung für den Eintritt des Leuchtens ist, dass die Körper sich in alkalischer Lösung befinden und meist zuvor etwas erwärmt werden; doch dauert das Leuchten nach dem Erkalten bei gewöhnlicher Temperatur meist noch lange fort und tritt hauptsächlich bei mechanischer Erschütterung, Umschütteln etc., hervor. Statt anorganischer Basen können jedoch auch organische, darunter die im thierischen Körper vorhandenen Cholin und Neurin, das Leuchten der genannten Körper bewirken. Die Lichtentwicklung beruht unter diesen Bedingungen auf langsamer Oxydation der betreffenden Verbindungen und es ist in dieser Hinsicht wichtig, dass die meisten derselben die Fähigkeit haben, Sauerstoff zu absorbiren und in activen zu verwandeln.

Den Einfluss mechanischer Erschütterung auf das Leuchten genannter Verbindungen, welcher uns wegen der interessanten Analogie mit den Verhältnissen bei Noctiluca besonders interessirt, sucht Radziszewski hauptsächlich dadurch zu erklären, dass hierdurch immer neue Theile des zu oxydirenden Körpers mit activem Sauerstoff in Berührung gesetzt würden. Doch scheint er daneben auch eine directe molekulare Wirkung der Erschütterung anzuerkennen. Es kann nicht geleugnet werden, dass speciell die Leuchterscheinungen der Noctiluca so viel Aehnlichkeit mit manchen Experimenten Radziszewski's bieten, dass die Vermuthung nahe liegt: es handle sich bei Noctiluca um einen ähnlichen Vorgang.

Wenn wir ferner die Ergebnisse der Untersuchungen Quatrefages' berücksichtigen, dass das Licht der Noctiluca aus zahllosen kleinen Lichtpunkten zusammengesetzt ist, so lässt sich vielleicht auf die Möglichkeit hindeuten, dass die Lichtentwicklung von den zahlreichen kleinen Körnchen im Wandplasma der Noctiluca ausgehe.

F. Regenerationserscheinungen und künstliche Theilung.

Schon Webb konnte feststellen, dass das centrale Plasma der Noctiluca befähigt ist, wieder den vollständigen Organismus zu regeneriren, wenn ein grosser Theil desselben zerstört war. Später wurden diese Beobachtungen von Dönitz und Cienkowsky weiter ausgedehnt und damit die grosse Regenerationsfähigkeit unseres Wesens definitiv ermittelt. Es ergab sich dann auch, dass schon Busch in Regeneration begriffene Noctilucen beobachtet, irrigerweise aber als Jugendzustände gedeutet hatte, welche er von innerlich gebildeten Keimen herleitete. Schliesslich sah auch Pouchet (41) in neuester Zeit solche Regenerationszustände; da ihm aber die Arbeiten seiner Vorgänger unbekannt blieben, hielt er sie gleichfalls wieder für Jugendzustände, die auf eine besondere Art der Fortpflanzung zurückzuführen seien.

Wir haben früher die grosse Zartheit der Noctilucen kennen gelernt und gesehen, dass schon geringe mechanische Eingriffe ein Zusammenfallen der Blase oder ein Zerreissen der Blasenwand hervorrufen; unter diesen Verhältnissen zieht sich, wie wir fanden, das Plasmanetz, unter Ablösung von der Wand, auf das Centralplasma zurück und bildet um den Kern einen unregelmässigen Klumpen, welcher gewöhnlich aus der alten Blasenwand hervorquillt und sich von derselben trennt, wenn die Verletzung eine tiefergehende war. Gewöhnlich wird der Theil der Wand, welcher das Staborgan bildet, ziemlich unversehrt mitgenommen, was nicht unverständlich ist, da dieses Organ von einem jedenfalls nicht unwichtigen Theil des centralen Plasmas gebildet wird und eine gewisse Festigkeit besitzt, die bewirkt, dass es auch unter diesen Verhältnissen dem Plasmarest des Körpers eine Art Stütze gibt. Auch die Bandgeissel bleibt nicht selten erhalten. Wie es sich mit dem Peristom und seinen übrigen Organen verhält, lässt sich einstweilen nicht angeben, doch dürfte der Grad ihrer Erhaltung von Zufälligkeiten und dem Maass der Verletzung abhängen. Wie bemerkt, stellt der verbliebene Rest der Noctiluca einen unregelmässigen, dichten Plasmakörper dar, welchem das Staborgan entweder seiner ganzen Länge nach angefügt ist, oder über den es mit seinem einen oder beiden Enden stachelartig hinausragt. Letzteres tritt wohl dann ein, wenn der Umfang des verbliebenen Plasmakörpers ein geringer ist, sich also nur ein Theil des Plasmas erhielt.

Die Gestalt solcher verstümmelter Noctilucen ist zuweilen eine sehr eigenthümliche und konnte wohl zu falschen Beurtheilungen führen, so lange keine directe Beobachtung ihrer Entstehung vorlag, die erst Dönitz und Cienkowsky feststellten. Wie Cienkowsky zeigte, ist aber die Regeneration nicht an die Erhaltung irgend welcher äusserer Körperorgane gebunden, sondern kann auch von einem einfachen Plasmarest ausgehen. Ein Theil des durch Druck aus der Mundöffnung hervorgepressten Plasmas oder ein Plasmaklumpen, welcher sich im Inneren des Körpers ohne Theilnahme der Organe isolirte, kann sich wie die vorhin beschriebenen Reste regeneriren. Dass aber auch kernlose Plasmatheile im Stande sind, wieder eine vollständige Noctiluca sammt Kern zu entwickeln, wie Cienkowsky angibt, muss im Hinblick auf die jüngst von Nussbaum und Gruber angestellten Beobachtungen über die Regeneration der Infusorien und wegen allgemeiner Erwägungen zunächst als recht zweifelhaft betrachtet werden.

Es kommt nicht selten vor, dass das zur Regeneration schreitende Plasma in dem zusammengefallenen Rest der Blasenwand verbleibt und sich hier weiter entwickelt. Ob dies schon Busch beobachtete und dadurch zur Annahme innerer Keimbildung geführt wurde, lässt sich nicht feststellen. Metschnikow (s. bei Cienk.) hat solche Fälle zuerst sicher beobachtet und auch Pouchet (41) beschrieb neuerdings ähnliches, will sogar gelegentlich zwei solcher Plasmakugeln im Innern einer Blase

gefunden haben. Es ist ja auch möglich, dass eine solche Sonderung des Plasmas zuweilen vorkommt, doch recht unwahrscheinlich, dass sich beide Plasmareste regeneriren, da einer wahrscheinlich kernlos und daher wohl nicht regenerationsfähig ist. Immerhin wäre es auch denkbar, dass ein solcher Plasmarest gelegentlich eine vorläufige regelmässige Theilung erfahre und sich derart zwei junge Thiere aus einem ursprünglichen regenerirten.

Ueber den weiteren Gang der Regeneration ist nicht viel zu bemerken, auch im Ganzen nicht allzuviel bekannt. Zunächst wird die peripherische Schicht des dichten Plasmaklümpchens durch Auftreten zahlreicher kleiner Vacuolen schaumig, womit sich natürlich auch wieder eine deutliche Körperwand ausbildet. Indem diese Vacuolen sich vergrössern und durch Neubildung vermehren, fliessen sie schliesslich zusammen, was in der schon früher geschilderten Weise zur Bildung eines zur Wand ziehenden Plasmanetzes führt, während der nicht vacuolisirte Rest als Centralplasma verbleibt. Unter reichlicher Zunahme des Zellsaftes wächst die Noctiluca allmählich zu grösserem Umfang heran, wobei das Staborgan wieder ganz in die Körperwand aufgenommen wird, wenn es anfänglich über dieselbe vorragte. Die Neubildung fehlender Organe wird sich ohne Zweifel in der früher bei dem Theilungsprocess geschilderten Weise vollziehen.

G. Parasiten der Noctiluca.

Nur Pouchet (38) erwähnt ein in Noctiluca schmarotzendes Distomum, doch fehlt eine genauere Beschreibung dieses, wenn richtig, jedenfalls sehr interessanten Falles. Bei dieser Gelegenheit mag noch notirt werden, dass Robin die Oberfläche der Noctilucen nicht selten mit Vorticellen besetzt fand und gelegentlich bemerkte, dass die Knospen von einer Ciliate (Uronychia) aus der Knospenscheibe weggefressen wurden, obgleich die beiden letzterwähnten Fälle nicht in das Gebiet des eigentlichen Parasitismus gehören.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Erklärung von Tafel I.

Fig.

1a—c. Protomyxa aurantiaca Häck.

1a. Eine ausgewachsene Protomyxa im üppigsten Futterzustande, nach sehr reichlicher Nahrungsaufnahme. Im Protoplasmaleib zahlreiche Vacuolen (v), die sich bis in die grösseren Pseudopodien hinein erstrecken. Oben hat derselbe zwei Isthmien, unten drei Kieselschalen von pelagischen Tintinnoiden (Dictyocysta Häck.) aufgenommen. Einige Pseudopodien haben ein Ceratium erfasst und umfliessen es. Vergr. etwa 110.

1b. Eine Cyste; der Protoplasmainhalt hat sich von der Innenseite der Gallerthülle zurückgezogen und eine helle Flüssigkeit ausgeschieden. Er beginnt in zahlreiche kleine Kugeln zu zerfallen. Vergr. 150.

1c. Eine birnförmige Schwärmspore nach ihrem Austritt aus der Cyste. Vergr. 190.

1d. Eine Schwärmspore, welche die Geissel eingezogen und statt deren eine Anzahl spitze Pseudopodien hervorgestreckt hat. Vergr. 190.

2a—b. Schematische Darstellung der Coccolithen von Coccosphaera Carterii Wall. (nach Wallich).

2a. Ein Coccolith im Längsschnitt zur Erläuterung des Bildes, das derselbe von der Fläche betrachtet (2b) bietet. Das Bild der sogen. Centralkörner Häckel's soll durch grübchenförmige Einsenkungen (a) in der Mittelgegend hervorgerufen werden. Das sogen. Markfeld Häckel's ist der optische Ausdruck des Stieles (b) in der Flächenansicht; der Markring Häckel's ist der entsprechende Ausdruck der verbreiterten Basis des Stiels (c) und der Körnerring Häckel's die radiär-gestreifte Scheibe (d).

3a—i. Discolithen und Cyatholithen nach Häckel.

3a—b. Optische Längsschnitte von Discolithen.

3c—d. Solche von Cyatholithen.

3e—g. Verschiedene Entwickelungszustände kreisrunder Discolithen von der Fläche gesehen.

3h. Elliptischer Discolith von der Fläche gesehen.

3i. Elliptischer Discolith von der Fläche gesehen, mit theilweis erhaltenem Aussenring.

4a—d. Verschiedene Ausbildungszustände von Rhabdolithen nach O. Schmidt.

5a—d. Verschiedene von Harting künstlich aus Lösungen von Kalksalzen unter Zusatz organischer Stoffe erzeugte Kalkkörper, zum Vergleich mit den Coccolithen.

5a. Kalkkörper aus Ochsengalle bei Zusatz von $CaCl_2$ und $NaHCO_3$.

5b. Kalkkörper aus zerriebenen Austerkörpern unter Zusatz von $CaCl_2$ und $NaHCO_3$.

5c—d. Kalkkörper, erhalten aus einem Gemisch von Eiweiss und Kalkwasser.

6. Coccosphaera pelagica Wall. nach Wallich.

7. Rhabdosphaera nach Wyw. Thomson und Murray.

8a—h. Labyrinthula nach Cienkowsky.

8a. Labyrinthula vitellina Cienk. einen Algenfaden überziehend und zahlreiche Fadenbahnen mit darauf hingleitenden Spindelzellen aussendend. Vergr. ca. 100.

8b. Theil einer Fadenbahn von Labyrinthula vitellina mit darauf hingleitenden Spindelzellen. p scheinbare Protoplasmaplatte in der Fadenbahn, nach Cienkowsky hervorgegangen durch Zusammenlagerung zahlreicher Fäden; p^1 mehrere Spindeln mit verschwommenen Contouren; s ruhende, eingekugelte Zellen. Vergr. ca. 180.

8c. Spindelzelle von Labyrinthula macrocystis Cienk. mit einigen Fäden der Fadenbahn. Vergr. ca. 200.

8d. Haufen encystirter Zellen von L. macrocystis in die Rindensubstanz eingehüllt. Vergr. ca. 180.

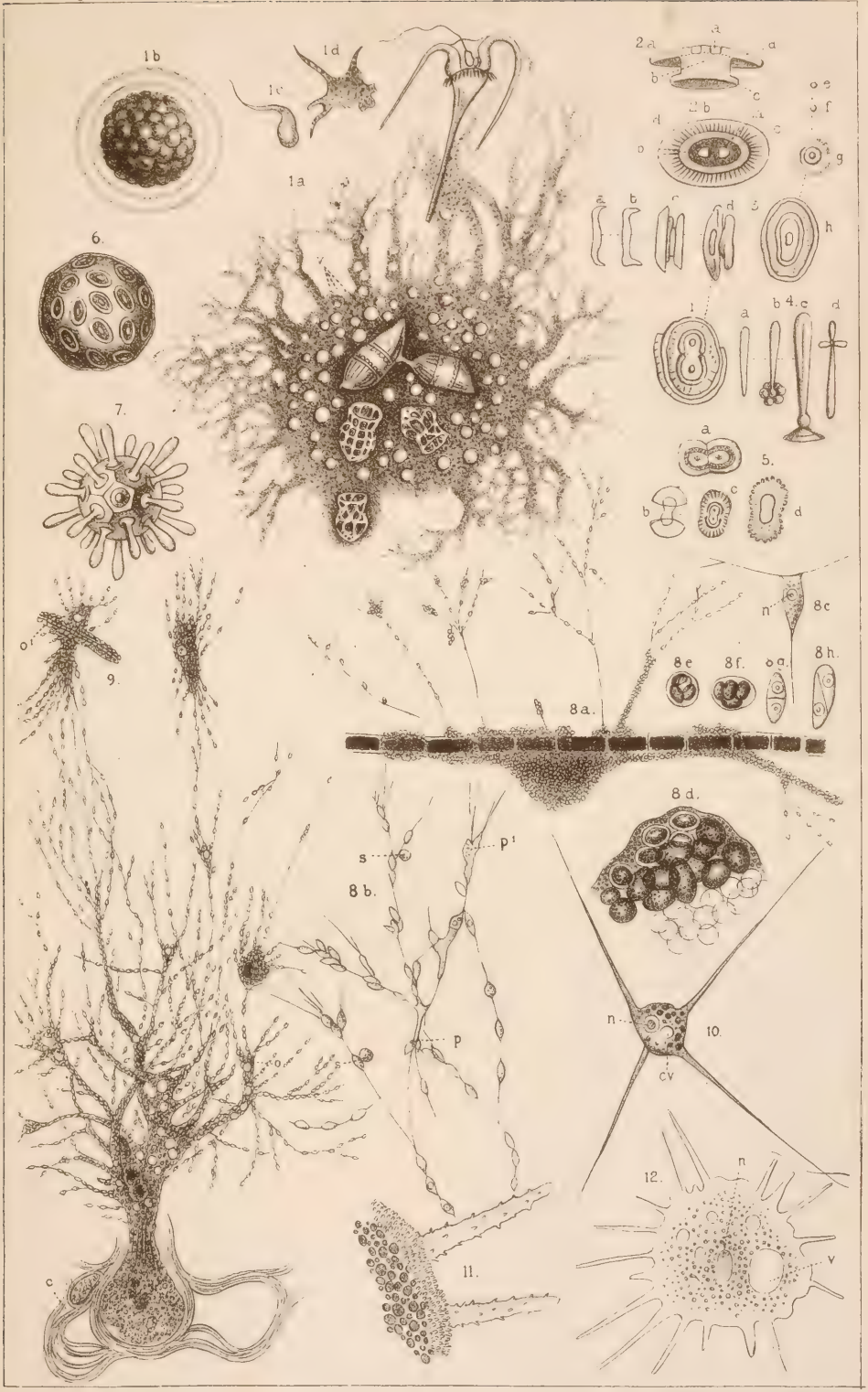
8e—f. Cysten von L. macrocystis mit getheiltem Zellinhalt. Vergr. ca. 180.

8g—h. In Theilung begriffene Spindelzellen von L. macrocystis. Vergr. ca. 400.

Fig.

9. Chlamydomyxa labyrinthuloides Arch. Vollständiges Exemplar mit reich entwickelter Fadenbahn und darauf hingleitenden Spindeln. In der Körpermasse treten zahlreiche contractile Vacuolen deutlich hervor, ebenso wie in den lokalen Anhäufungen derselben an gewissen Stellen der Fadenbahn. Ausserdem enthält die Körpermasse noch zahlreiche grünliche, röthliche und bläuliche Körner, sowie aufgenommene Nahrungspartikel. Als solche lassen sich hauptsächlich bei o ein Exemplar von Oocystis Naegelii und bei o^1 ein Faden von Spirotaenia wahrnehmen. Bei c hat sich eine kleine Portion der Körpermasse abgegliedert und encystirt. Vergr. ca. 100.
10. Dactylosphaeria (Amöba) radiosum Duj. Ein Exemplar mit 4 langen Pseudopodien, von welchen eines am Ende schlingenförmig umgebogen und in drehender (schwingender) Bewegung begriffen ist.
11. Dactylosphaeria vitreum Hertw. u. Less. Ein kleiner Theil des Randes eines Exemplars der grünen Varietät, mit 2 Pseudopodien; die ganze Oberfläche ist mit Protoplasmazöttchen besetzt.
12. Dactylosphaeria (Amöba) polypodia (M. Schultze) F. E. Sch. n. Kern, v. Vacuole.

Fig. 1 nach Häckel (Monograph. der Moneren); Fig. 2 nach Wallich (Ann. mg. n. h. 4. XIX); Fig. 3 nach Häckel (Monogr. der Moneren); Fig. 4 nach O. Schmidt (Sitzb. der W. Akad. Bd. 52); Fig. 5 nach Harting (Naturk. Verh. d. K. Akad. Deel XIV); Fig. 6 nach Wallich (Ann. m. n. h. 4. XIX); Fig. 7 nach W. Thomson und Murray (Proc. roy. soc. Bd. 23); Fig. 8 nach Cienkowsky (Arch. f. mikr. Anat. Bd. III); Fig. 9 nach Archer (Qu. journ. micr. sc. Bd. 15); Fig. 10 Original; Fig. 11 nach Hertwig u. Lesser (Arch. f. mikr. Anat. Bd. X, Suppl.); Fig. 12 nach F. E. Schultze (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XI).



Lith. Anst. Werner & Winter, Frankfurt a. M.

Erklärung von Tafel II.

Fig.

1a—c. Amöba Princeps Ehrbg.
1a. Ein kriechendes Exemplar, n Kern, v Vacuolen, x aufgenommene Nahrung.
1b. Isolirter kleiner Kern eines grossen vielkernigen Exemplars, nach Essigsäurebehandlung.
1c. Sehr grosser Kern eines einkernigen Exemplars, nach Essigsäurebehandlung.

2. Amöba Limax Duj. Ein kriechendes Exemplar; n Nucleus, cv contractile Vacuole.

3. Amöba Guttula Duj. Ein kriechendes Exemplar; n Nucleus, cv contractile Vacuole.

4. Amöba Blattae Bütschli. Ein in Bewegung begriffenes, sehr deutlich faseriges Exemplar; n Nucleus, x und y die im Vorschreiten begriffenen Stellen, w und z ruhende Stellen, u in Einziehung begriffene Stelle.

5. Amöba terricola Greeff. Ein Exemplar mit Zottenbesatz (d) am Hinterende; n Nucleus, cv contractile Vacuole, c eigenthümliche Körper mit haarförmig geschlängelten Fäden (Greeff's Spermatozoïden).

6a—g. Pelomyxa palustris Greeff.
6a. Eine in amöbenartiger Bewegung begriffene Pelomyxa mit zahlreichen Glanzkörpern, jedoch wenig Nahrungsstoffen und Schlamm.
6b. Ein Glanzkörper von Stäbchen umhüllt.
6c. Ein grösserer Kern mit gruppenweise zusammenliegenden Körnchen.
6d. Ein Kern mit einer Anzahl grösserer Kernkörper.
6e. Ein Glanzkörper mit zwei Löchern oder Vertiefungen auf der Oberfläche.
6f. Ein bisquitförmiger, nach Greeff in der Theilung begriffener Glanzkörper.
6g. Randtheil einer lebenden Pelomyxa; a hyalines Ectosark, das sich zu kurzen pseudopodienartigen Fortsätzen c und d erhebt, in die etwas Endoplasma mit Vacuolen, Stäbchen und Körnchen einströmt, b Vacuolen, e Kerne und f Glanzkörper des Endosarks, dazwischen zahlreiche Stäbchen. Vergr. ca. 200.

7. Amphizonella violacea Greeff. a die hyaline Hüllschicht, n Nucleus.

8. Pseudochlamys Patella Clp. u. Lchm. Ansicht von unten mit zusammengefalteter Schale und ausgestrecktem fingerförmigem Pseudopodium. Vergr. 400.

9a—c. Arcella vulgaris Ehrbg.
9a. Ein Exemplar in seitlicher Ansicht; n Nucleus, cv contractile Vacuole.
9b. Ein kleines Stück der Schalenoberfläche einer Arcella vulgaris bei oberflächlicher Einstellung des Tubus.
9c. Optischer Durchschnitt eines kleinen Theils der Schale.

10a—b. Hyalosphenia lata F. E. Sch. Vergr. etwa 350.
10a. Ansicht von der flachen Seite.
10b. Ansicht von oben, im optischen Querschnitt; n Nucleus, cv contractile Vacuolen.

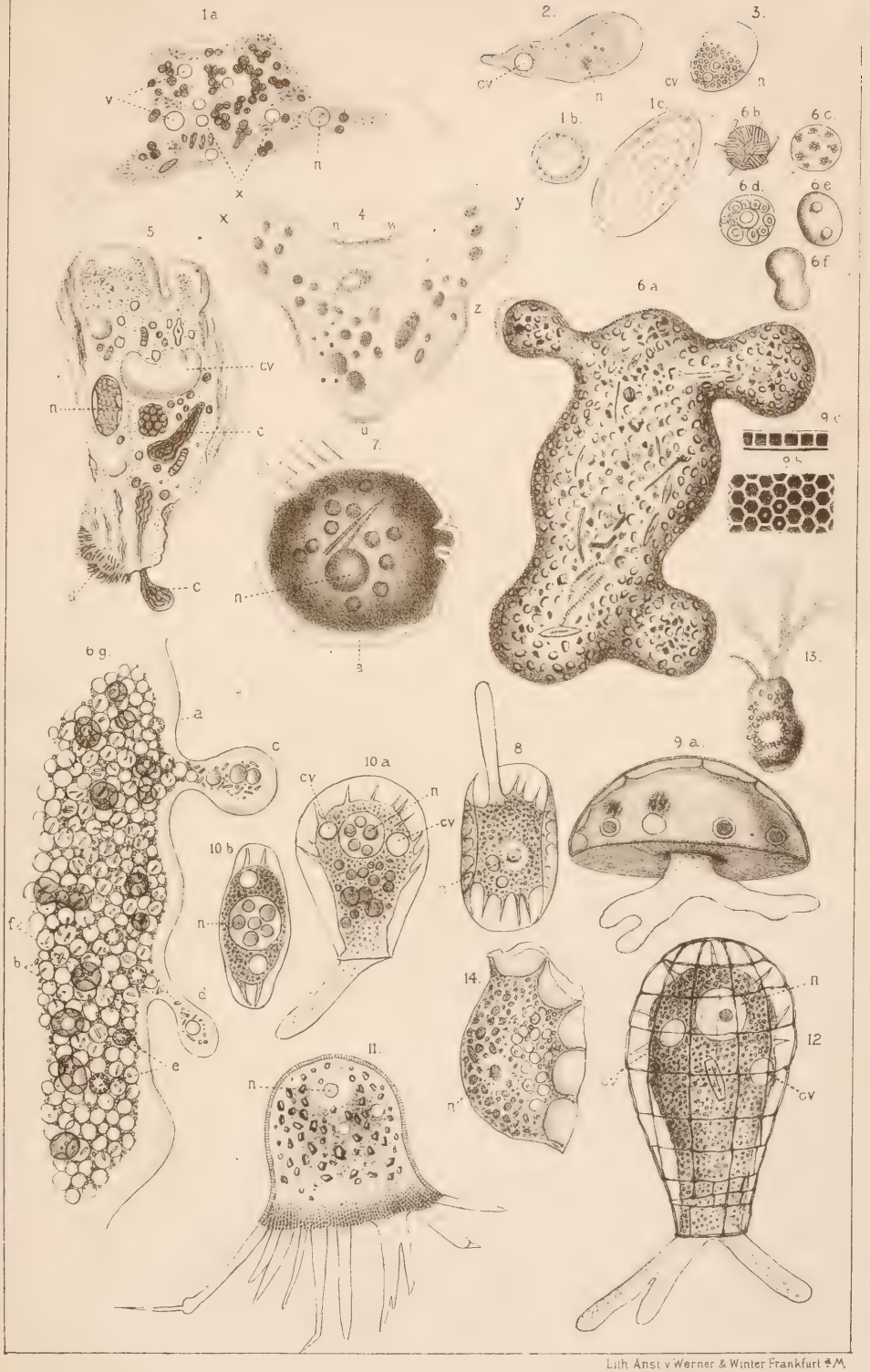
11. Cochliopodium pellucidum Hertw. u. Lesser.
Ansicht von der Seite mit weit geöffneter Schalenmündung und vielen ausgestreckten Pseudopodien. Vergr. nahe 600.

12. Quadrula symmetrica Wallich sp. Ein von der breiten Seite gesehenes Exemplar; n Nucleus, cv contractile Vacuole.

13. Petalopus diffluens Clp. u. Lchm. mit blattartig ausgebreiteten Pseudopodien.

14. Plakopus ruber F. E. Sch. Ein Exemplar mit zahlreichen plattenförmigen, kantig zusammenstossenden Pseudopodien; n Kern. Vergr. ca. 330.

Figg. 1a, 2 u. 3 nach Auerbach in Z. f. w. Z. Bd. VII; Figg. 1b—c nach Bütschli Abh. der Senckenberg. Gesellsch. Bd. X; Fig. 4 nach Bütschli Z. f. w. Z. Bd. XXX; Fig. 5 u. 7 nach Greeff A. f. m. A. Bd. II; Fig. 6a—g nach Greeff A. f. m. A. Bd. X; Figg. 8 u. 9b—c nach Hertwig u. Lesser A. f. m. A. Bd. X Suppl.; Figg. 10—12 u. 14 nach F. E. Schulze A. f. m. A. Bd. XI; Fig. 13 nach Claparède u. Lachm. Études s. l. inf.



Lith Anst v Werner & Winter Frankfurt a.M.

Erklärung von Tafel III.

Fig.

1. Difflugia globulosa Duj. Seitliche Ansicht der Schale.

2 u. 3. Difflugia marsupiformis Wall. Seitliche Ansichten der Schalen eines stachellosen und eines gestachelten Exemplars.

4. Difflugia (Echinopyxis Cl. u. L., Centropyxis St.) aculeata Ehrbg. Ansicht einer Schale von der Mündungsseite.

5. Difflugia corona Wall. Ein vierstacheliges Exemplar in seitlicher Ansicht. Der Mündungsrand ist bei dieser Form eigenthümlich ausgezackt.

6. Difflugia pyriformis Perty. Seitliche Ansicht der Schale.

7. Difflugia acuminata Ehrbg. Seitliche Ansicht der Schale.

8. Difflugia lageniformis Wall. (urceolata Cart.). Seitliche Ansicht der Schale, den breiten, hyalinen, nach hinten zurückgebogenen Mündungsrand der Schale zeigend.

9. Lecqueureusia (Difflugia) spiralis Lecl. Seitliche Ansicht der Schale, die hier aus unregelmässig zusammengruppirten, kleinen Chitin(?)cylindern aufgebaut ist.

10. Difflugia (Nebela Leidy?) bipes Cart. Thier mit Schale, von der breiten symmetrischen Seite gesehen; n Nucleus, cv contractile Vacuolen, N aufgenommene Nahrung. Vergr. ca. 250.

11. Pseudodifflugia (?) Helix Entz. Thier mit seiner der Difflugia spiralis ähnlichen Schale in seitlicher Ansicht; n Nucleus, Pseudopodien werden nicht allein aus der weiten Schalenöffnung, sondern auch an andern Stellen hervorgestreckt.

12a—b. Euglypha alveolata Duj.

12a. Lebendes Exemplar mit hervorgestreckten Pseudopodien.

12b. Encystirtes Exemplar mit Bildung einer doppelten Cystenhülle; a die aus hexagonalen Plättchen (nach Hertwig und Lesser) bestehende, bei d durch verklebte Fremdkörper geschlossene Schale, b die äussere, braune, eiförmige Cystenhülle, c die farblose, innere, kugelrunde Cystenhülle, f der zwischen der innern und äussern Cystenhülle sich ausspannende homogene, farblose Strang, n die hellere, wahrscheinlich dem Kern entsprechende innere Partie des Cysteninhalts.

13. Cyphoderia margaritacea Schlmb. Thier mit Schale in seitlicher Ansicht; n Nucleus, cv contractile Vacuolen. Vergr. ca. 400.

14. Pseudodifflugia amphitrematoides Arch. Vergr. ca. 500.

15a—d. Mikrogromia socialis Arch.

15a. Eine Kolonie im gehäuften Zustand (Cystophrys Arch.). Vergr. ca. 350.

15b. Ein einzelnes Individuum einer Kolonie in seitlicher Ansicht; h Schalenhals, p Pseudopodienstiel, c contractile Vacuole, n Kern.

15c. Individuum kurz nach der Quertheilung des Thieres in seiner Schale; der eine Sprössling (b) (nach Hertwig der hintere) ist in Auswanderung begriffen, um sich später zum Schwärmer auszubilden.

15d. Der aus dem Theilstück b entstandene Schwärmer.

Figg. 15b—d Vergr. ca. 670.

16. Lieberkühnia (Gromia Cienk.) paludosa Cienk. Zwei durch Quertheilung entstandene, noch durch einen schlauchförmig ausgezogenen Verbindungstheil ihrer dünnen Schale zusammenhängende Individuen, kurz vor ihrer Trennung. Die Schale wird, wie aus dieser Beschreibung hervorgeht, gleichfalls getheilt; p Pseudopodienstiel. Vergr. ca. 75.

17a—c. Platoum (Chlamydophrys Cienk.) stercoreum Cienk. Vergr. ca. 350.

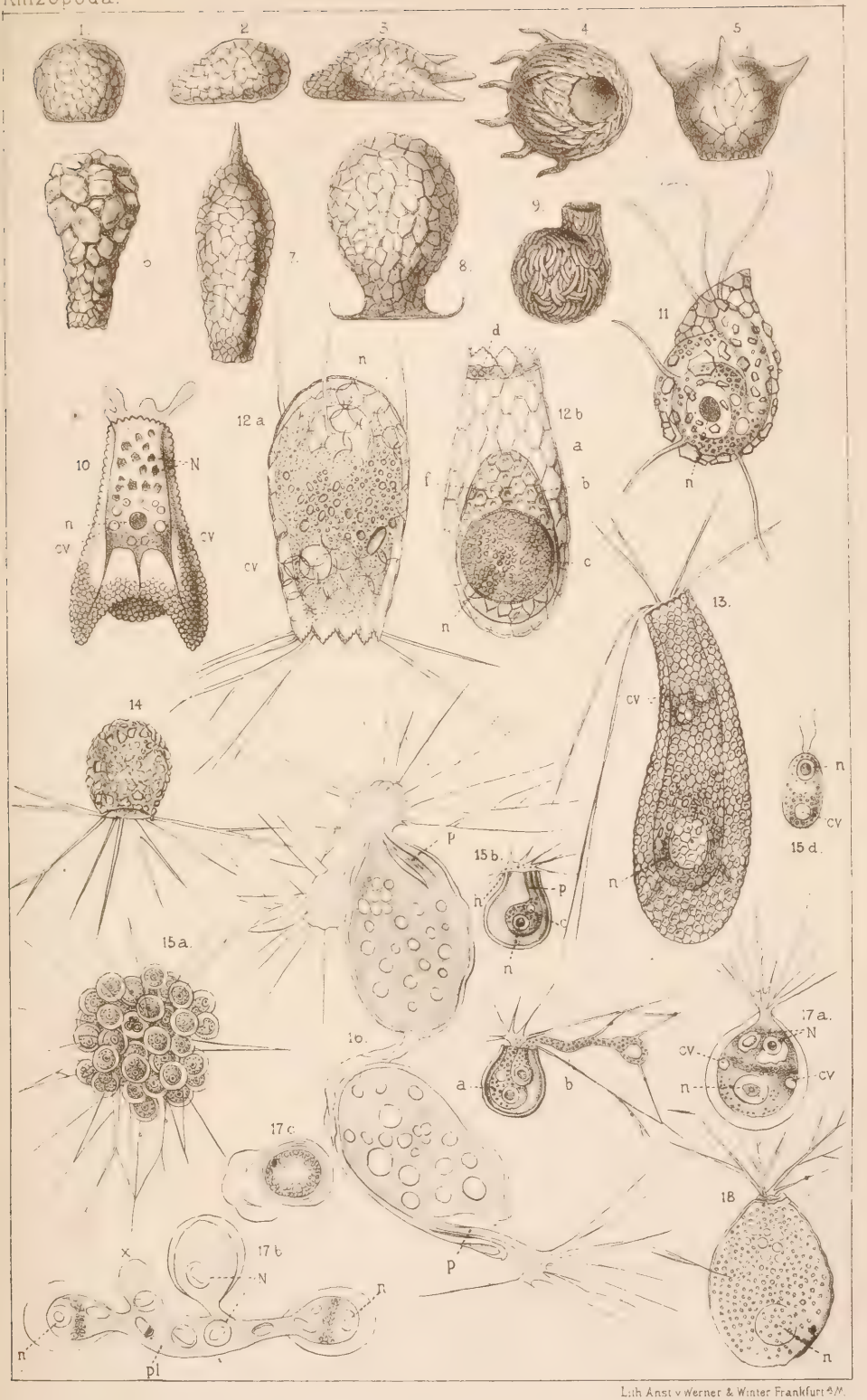
17a. Ein Individuum mit vorgestreckten Pseudopodien; n Nucleus, cv contractile Vacuole, N aufgenommene Nahrung.

17b. Eine durch Knospung aus der Pseudopodienplatte hervorgegangene Kolonie; pl Pseudopodienplatte, n Nuclei, x ein junger, noch schalenloser Sprössling, N aufgenommene Nahrung.

17c. Encystirung; die mit dicker, geschichteter Hülle versehene Cyste ist in die Mündung der Schale eingeklemmt.

18. Gromia (Plagiophrys) scutiformis Hertw. u. Less. Ein von der breiten, abgeplatteten Seite gesehenes Individuum, n Nucleus. Vergr. ca. 400.

Figg. 1—9 nach Wallich (A. m. n. h. 3. XIII), Fig. 10 nach Carter (A. m. n. h. 4. V), Fig. 11 nach Entz (Naturh. Hefte d. ung. Nat.-Mus. I), Figg. 12a u. 13 nach F. E. Schulze (A. f. mikr. A. XI), Figg. 12b, 15a—d u. 18 nach Hertwig u. Lesser (Arch. f. mikr. A. X Suppl.); Figg. 16 u. 17a—c nach Cienkowsky (Arch. f. mikr. A. XII).



Lith Anst v Werner & Winter Frankfurt a/M.

Erklärung von Tafel IV.

Fig.

1. Diaphoropodon mobile Arch. Ein Exemplar mit weit hervorgestreckten Pseudopodien, in ihrer charakteristischen Verästelung; v contractile Vacuole, p Nucleus. Ueber die gesammte Oberfläche der Schale hin treten zarte pseudopodienartige Fortsätze hervor.

2a—b. Diplophrys Archeri Bark.
2a. Einzelnes Individuum in seitlicher Ansicht; a die gelbe fettglänzende Kugel, cv contractile Vacuolen, n Nucleus.
2b. Eine durch Theilung entstandene Gruppe von 4 Individuen, wie sie in grösseren Mengen zusammengruppirt vorkommen und dann die von Archer als Cystophrys oculea beschriebene Form bilden.

3. Amphitrema Wrightianum Arch. Ein Exemplar, das deutlich die beiden etwas kragenartig vorspringenden Pseudopodienöffnungen zeigt, da dieselben hier weniger durch die incrustirenden Fremdkörper verdeckt werden.

4. Orbulinella smaragdea Entz. Ein Exemplar mit vielen, aus den zahlreichen Oeffnungen der Schale hervortretenden Pseudopodien. Die Schale besitzt keine grössere Oeffnung; n Nucleus.

5. Microcometes paludosus Cienk. Ein Individuum mit den aus den in mehrfacher Anzahl vorhandenen Schalenöffnungen (o) ausgestreckten Pseudopodien (p); n Nucleus, cv contractile Vacuolen. Vergr. ca. 370.

6. Gromia oviformis Duj. Einige der Pseudopodien haben eine Navicula ergriffen. Im Innern des Thieres sieht man zahlreiche Naviculae liegen, sowie Kerne n. Der Raumersparniss wegen ist die Länge der Pseudopodien relativ dreifach verkleinert dargestellt. Vergr. der Schale ca. 200.

7. Squammulina laevis M. Sch. Vergr. ca. 40.

8a—b. Cornuspira foliacea Phill. Schale.
8a. Seitliche Ansicht.
8b. Ansicht von der schmalen Seite.

9a—c. Nubecularia lucifuga Defr.
9a. Aeussere Ansicht eines Exemplars, das eine acervuline Anhäufung von Kammern um einen kleinen Zweig einer Isis hippuris bildet.
9b. Aeussere Ansicht eines auf der Oberfläche einer flachen Muschelschale aufgewachsenen Exemplars, dessen Kammern sehr in die Breite ausgewachsen sind.
9c. Ansicht der aufgewachsenen Unterfläche eines Exemplars, bei welchem die anfänglich regelmässig spiralige Anordnung der Kammern sehr frühzeitig einer ganz unregelmässigen Zusammenhäufung der jüngeren Kammern Platz gemacht hat.

10. Spiroloculina planulata Lmck. Seitliche Ansicht einer Schale von sehr regelmässigem Wachsthum.

11. Quinqueloculina secans d'Orb. Seitliche Ansicht der Schale.

12. Biloculina ringens Lam. Ansicht auf die vorletzte Kammer.

13. Dieselbe, Ansicht von vorn auf die Mündung, zeigt die in die Mündungsöffnung vorspringende Zunge sehr deutlich.

Fig,

14. u. 15. Biloculina. Mündungen von zwei grossen, philippinischen Exemplaren, mit sehr entwickelter Zunge.

16. Junge Spiroloculina sp. mit 4 Kammern und 7 deutlichen Kernen.

17. Vertebralina striata d'Orb. Typisches Exemplar.

18. Vertebralina (Articulina d'Orb.). Tertiärsand von Baltjik.

19. Vertebralina (Renulina Lmk.). Eocän von Hauteville.

20a—b. Hauerina d'Orb.
20a. Seitliche Ansicht der Schale.
20b. Die siebförmig durchlöcherte Mündungsplatte von vorn gesehen.

21. Fabularia d'Orb. Querschnitt der Schale, der das nach dem Typus der Biloculina erfolgende Wachsthum gut zeigt. Die Kammern sind fast vollständig von solider Schalenmasse ausgefüllt, durch welche anastomosirende Röhrchen ziehen (vergl. T. VIII, Fig. 2).

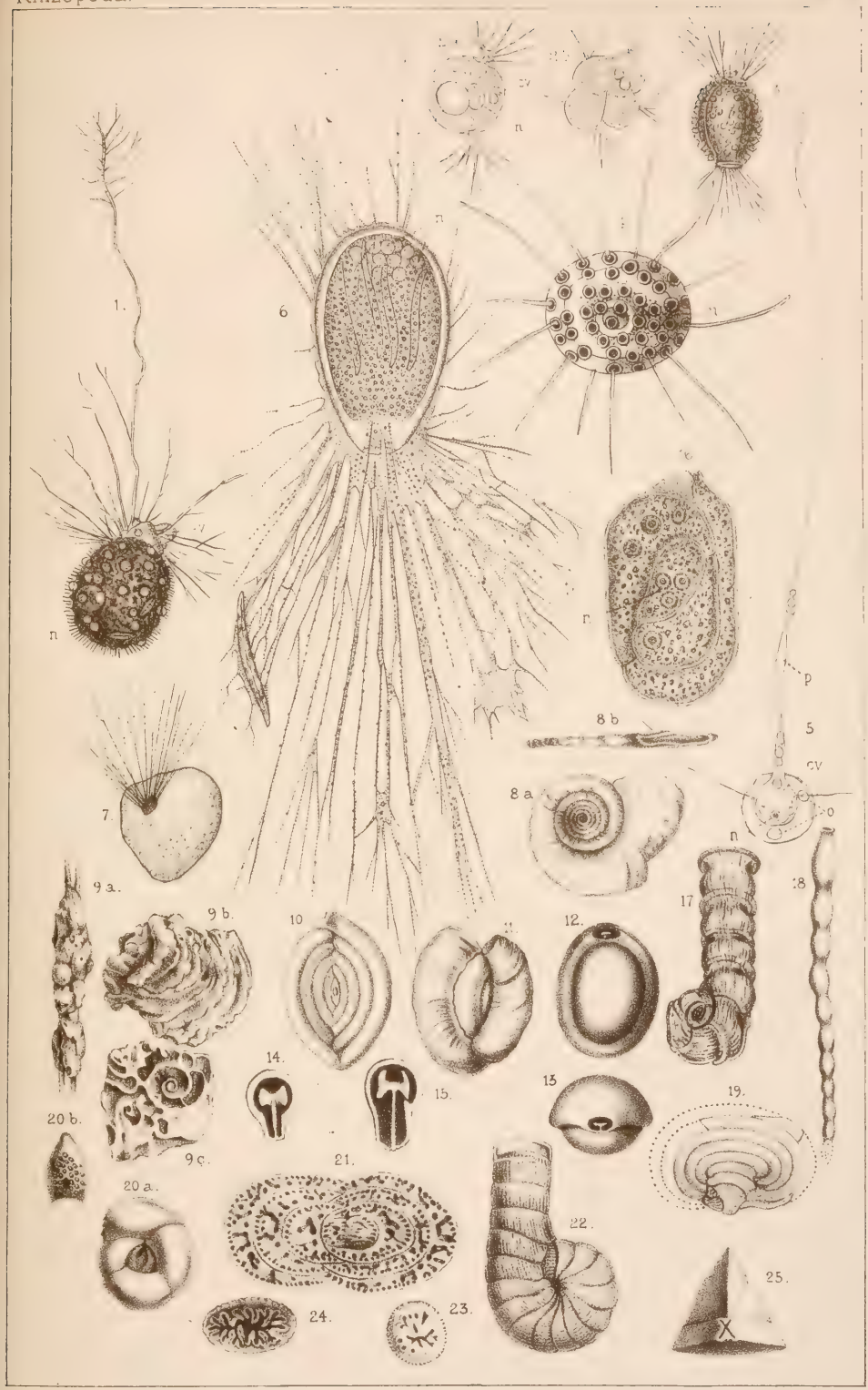
22. Spirolina (Untergenus von Peneroplis). Seitliche Ansicht.

23. Spirolina. Eine der Kammerscheidewände von der Fläche gesehen. Sie zeigt ein Uebergangsstadium zwischen den isolirten Poren von Peneroplis und den zusammenfliessenden Spalten von Dendritina.

24. Dendritina. Letzte Kammerscheidewand eines Exemplars von der Fläche gesehen, zeigt die eigenthümliche dendritische Gestaltung Septalöffnung und zugleich die 'Abweichung' der Querschnittsgestalt der jüngeren Kammern von den entsprechenden Verhältnissen bei Peneroplis.

25. Triloculina (Cruciloculina) triangularis d'Orb. Recent. Küste von Südamerika.

Figg. 1—3 nach Archer (Qu. journ. micr. sc. N. S. IX); Fig. 4 Entz (Naturh. Hefte d. ungar. Nat.-Mus. I); Fig. 5 Cienkowsky (A. f. mikr. A. XII); Figg. 6 u. 7 M. Schultze (Org. d. Polyth.); Figg. 8, 10—13 nach Williamson (Rec. Foraminif.); Figg. 14, 15, 17—19 u. 21—24 nach Carpenter (Introduct.); Fig. 16 (Hertwig (Jen. Zeitschr. X); Figg. 20 u. 25 D'Orbigny (for. foss. d. Vienne).



Lith Anst v Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Erklärung von Tafel V.

Fig.

1. Peneroplis. Ideale Darstellung des Schalenbaues dieser Gattung. Ein Theil der Kammern ist durch Wegnahme der Wandungen einer Seite offen gelegt. Man sieht die Poren in den Scheidewänden zwischen den aufeinanderfolgenden Kammern und bemerkt die Unterschiede in der Anordnung dieser Poren in den älteren und jüngeren Umgängen, in Zusammenhang mit der Veränderung der Gestalt der Scheidewände.

2a u. b. Alveolina Quoyii d'Orb. Schale.

2a. Aeussere Ansicht der Schale. Man bemerkt äusserlich längs verlaufende Furchen auf der Oberfläche der Schale, deren Zwischenräume von feineren, secundären Furchen, in zu den ersteren senkrechter Richtung, durchzogen werden. Die langgestreckte Mündungsplatte wird von zahlreichen Poren durchbrochen, von welchen die am äussern Rand stehenden kleiner und dichter gestellt sind. An ihren beiden Enden verbreitert sich die Mündungsplatte sehr und hier ist die Zahl ihrer Porenreihen sehr vermehrt, doch ihre Anordnung weniger regelmässig. Vergr. ca. 15.

2b. Querschnitt einer Schale dieser Art. Man erblickt die Unterabtheilung der spiralen Umgänge in die Hauptkammern, angedeutet durch die Einbiegungen der äussersten Lamelle bei a, a. Jede dieser Kammern wird durch die Lamellen d, d^1 und d^2 in eine Reihe übereinandergestellter Kämmerchen getheilt, welche sich an ihren Enden in die radial gestellten Räume f f öffnen. In jedem dieser Räume bemerkt man die Oeffnungen (b, c) von zwei Kanälen, die sich in der ganzen Längenausdehnung der Schale erstrecken und die gesammten, einer Primärkammer entsprechenden Räume f mit einander in Communikation setzen. Vergr. ca. 20.

3. Orbitolites (complicirte Varietät) von den Samoa-Inseln. Der peripherische Theil der Scheibe erhebt sich nach der einen Seite zu zahlreichen radialen Falten, die z. Th. in Lamellen auswachsen. Vergr. ca. 40.

4. Orbitolites (complicirte Varietät). Ideale Darstellung eines Theils der peripherischen Region einer Scheibe. i^1 die untere Lage der äusseren kleineren Kämmerchen, die entsprechende obere Lage ist z. Th. entfernt. Zwischen diesen beiden Lagen der äusseren kleineren Kämmerchen bemerkt man auf dem Radialschnitt (h^1) zwei geöffnete Kammern der mittleren Lage, wogegen dieselben auf den in verschiedener Höhe ausgeführten Querschnitten bei c und c^1 im Querschnitt geöffnet sind. Gleichzeitig bemerkt man auf diesen Querschnitten noch die schiefen, in ihrer Richtung nach rechts und links abwechselnden Röhrchen, welche die mittleren Kammern der aufeinanderfolgenden Cyklen in Verbindung setzen und die auf dem peripherischen Rand in senkrecht übereinander gestellten Porenreihen ausmünden (f). Bei h^1 h^1, h^1, h^1 sind die circulären Röhren auf dem Radialschnitt geöffnet, welche die mittleren Kammern je eines Cyklus in directe Communikation setzen; die in dieser Weise geöffneten Circularröhren alterniren mit den zwei Cyklen, deren mittlere Kammern auf dem Radialschnitt geöffnet sind.

5a—b. Thurammina papillata Brady (recent). Vergr. ca. 25.

5a. Gewöhnliche, freie Form mit kurzem, die Hauptmündung tragenden Hälschen.

5b. Ein Theil der Schalenwandung weggebrochen; man erblickt eine in der grösseren eingeschlossene kleinere Kammer (i).

6. Psammosphaera fusca F. E. Sch. (recent). Ein über eine Schwammnadel gewachsenes Exemplar; ein Theil der Schale ist weggebrochen, so dass man das Innere erblickt. Vergr. ca. 25.

7. Pelosina rotundata Brady (recent). Exemplar in seitlicher Ansicht. Vergr. ca. 7.

8. Reophax difflugiformis Brady (recent). Exemplar in seitlicher Ansicht. Vergr, ca. 35.

Fig.

9. Marsipella granulosa Brady. Ein der Länge nach halbirtes Exemplar, zeigt den Hohlraum und die Dicke und Textur der Schalenwandung. Vergr. ca. 10.

10. Rhabdammina linearis Brady (recent). Der Länge nach halbirtes Exemplar.. Vergr. ca. 10.

11. Astrorhiza limicola Sandahl (Haeckelina gigantea Bessels) recent. Ein Exemplar in etwa 7maliger Vergr. a die röhrenförmigen Fortsätze der centralen Scheibe, b die nicht contractilen Fortsätze, c die Pseudopodien.

12. Astrorhiza (?) arenaria Carp. (recent). Ein geweihartig verästeltes Exemplar.

13a—13b. Saccamina Carteri Brady. Kohlenkalk.
13a. Eine einzelne Kammer, an beiden Enden geöffnet. Vergr. 2.
13b. Ein aus 3 aneinandergereihten Kammern bestehendes Exemplar, in nat. Grösse.

14. Reophax (Lituola) Soldanii d'Orb. (recent). In seitlicher Ansicht.

15. Hormosina ovicula Brady (recent). In seitlicher Ansicht. Vergr. ca. 8.

16. Sagenella frondescens Brady, auf ein Korallenstück aufgewachsen (recent). Vergr ca. 5.

17. Haplophragmium (Lituola) canariensis d'Orb. (recent). In seitlicher Ansicht.

18a—b. Lituola nautiloidea d'Orb. (recent).
18a. Seitliche Ansicht eines Exemplars, an dessen jüngeren Kammern das Innere z. Th. durch Abreibung blosgelegt ist.
18b. Eine Kammerscheidewand von zahlreichen Poren durchbrochen.

19. Placopsilina (Lituola) cenomana d'Orb. (fossil). Seitliche Ansicht eines Exemplars.

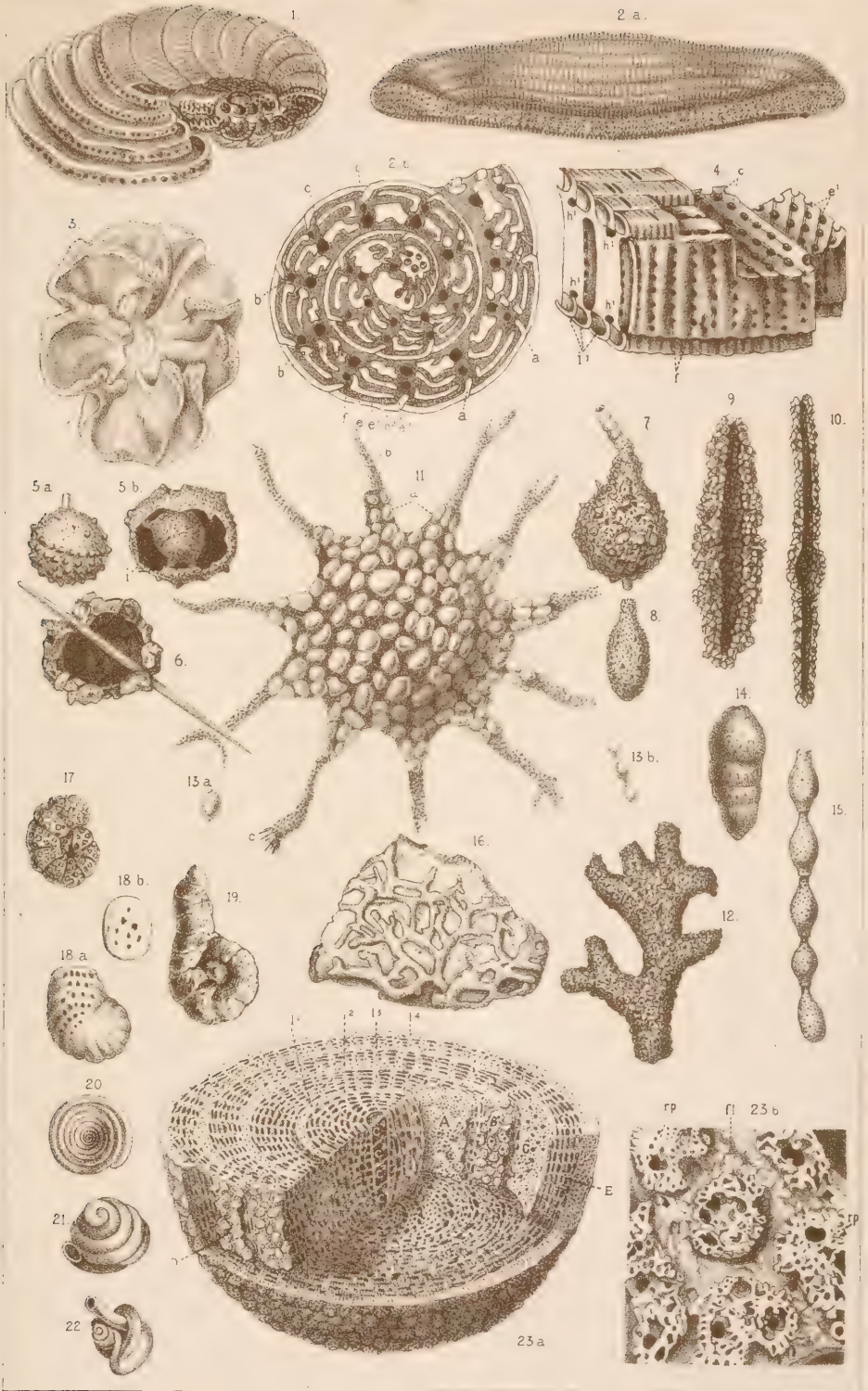
20. Ammodiscus (Trochammina P. u. J.) incerta d'Orb. (recent). Seitliche Ansicht.

21. Ammodiscus ? (Trochammina P. u. J.) charoides P. u. J. (recent).

22. Ammodiscus ? (Trochammina P. u. J.) gordialis P. u. J. (recent).

23a—b. Parkeria Carp. Oberer Grünsand von England.
23a. Ideale Darstellung der inneren Structur von Parkeria. Der obere horizontale Querschnitt durch das Centrum der Kugel zeigt die allgemeine Anordnung der concentrischen Lagen um die kegelförmigen Primordialkammern C^1—C^4; ferner die Unterbrechung der regelmässigen Abwechselung solider Lamellen und Zwischenräume, die von den radialen Fortsätzen durchzogen werden, durch die 4 dicken Lagen l^1, l^2, l^3 und l^4. Die vertikale Fläche A zeigt die innere Oberfläche einer Lamelle, welche durch concentrische Abspaltung freigelegt wurde, und an welcher die konischen Radialfortsätze hängen geblieben sind. B gibt das Bild einer ähnlichen Abspaltung, welche durch die Radialfortsätze gegangen ist, so dass deren netzförmige Structur sichtbar geworden ist. C erläutert die netzförmige Structur einer Lamelle, die an dieser Stelle concentrisch gespalten ist. D zeigt die äussere Ansicht einer Lamelle, welche durch eine concentrische Abspaltung durch die Radialfortsätze freigelegt worden ist. E schliesslich gibt das Bild eines radialen Durchschnitts, die Lamellen und ihre Zwischenräume schneidend. Vergr. ca. 2.
23b. Theil der inneren Oberfläche einer Lamelle (stärker vergrössert), welche durch concentrische Abspaltung, die die Radialfortsätze (rp) durchbrochen hat, freigelegt wurde. Jeder Durchschnitt dieser Fortsätze zeigt mehrere grosse Oeffnungen, die Radialröhren. fl ist die solide, undurchbrochene Schalensubstanz, welche die labyrinthische Substanz der Lamelle gegen den Zwischenraum, der sie von der vorhergehenden Lamelle scheidet, auskleidet.

Figg. 1, 2, 4, 14 und 17—22 nach Carpenter (Introduction); Fig. 12 nach Carpenter (Quart. journ. micr. sc. Bd. 16); Fig. 3 Original; Fig. 5—6, 7—10, 15 und 16 nach Brady (Quart. journ. micr. sc. 1879); Fig. 11 nach Bessels (Jen. Zeitschr. Bd. IX); Fig. 23 nach Carpenter und Brady (Philos. Transact. roy. soc. 1869).



Lith. Anst. Werner & Winter, Frankfurt a. M.

Erklärung von Tafel VI.

Fig.

1. A—E. Orbitolites Lmk.
   - A. Ideale Darstellung eines Individuums von einfachem Typus (Orbitolites complanata Lmk.), so aufgeschnitten und durch Bruchflächen freigelegt, dass der innere Bau deutlich hervortritt. Da, wo die natürliche Oberfläche erhalten ist, sieht man die äusseren Andeutungen der concentrischen Ringe der querovalen Kämmerchen und bemerkt auf dem schmalen Kreisrand der ganzen Schale die einfache äquatoriale Reihe von Poren, durch welche allein die eingeschlossene Sarkode mit der Aussenwelt communicirt. Durch den angebrachten Medianschnitt ist im Centrum der Schale die Embryonalkammer (a) und die dieselbe halbspiralig umfassende zweite Kammer (b) blosgelegt, auf welche sogleich die concentrischen Ringe von Kämmerchen (c) folgen. Letztere stehen sowohl in jedem Ring durch concentrische Kanäle unter sich in Verbindung, als auch durch radiale mit denen des folgenden Ringes. Bei e e sind die Kämmerchen durch den radialen Schnitt in halber Höhe geöffnet, an der gegenüberliegenden Seite, sind zwei in ihrer ganzen Höhe durchschnitten. Bei f f sind die Kämmerchen durch eine concentrische Bruchfläche nur gestreift worden, jedoch nicht völlig geöffnet, jedoch ist auf der Oberseite durch Wegnahme ihrer Decke ihre Höhlung blosgelegt.
   - B. Hälfte eines radialen Durchschnitts durch ein Exemplar vom einfachen Typus. Die dunkeln centralen Kammerhöhlungen sind die getroffene Embryonal- und die zweite halbspiralige Kammer. Hierauf folgen die concentrischen Ringkämmerchen (c) mit ihren radialen und ihren concentrischen (c) Communikationskanälen (sehr schematisch).
   - C. Aehnlicher Durchschnitt durch ein anderes Exemplar, den Uebergang zum complexen Typus zeigend, indem sich in den äusseren Ringen ein Zerfall der Kämmerchen in drei Lagen, eine mediane und zwei oberflächliche bemerklich macht. $^{30}/_{1}$.
   - D. Durchschnitt durch ein Exemplar vom complexen Typus. Die mittlere Kammerlage (i) hat sich in den äusseren Zonen von den beiden oberflächlichen (i^1) noch schärfer abgesetzt und nimmt die grössere Dicke der Schale ein. Ihre Kammern communiciren mit einander durch eine grosse Zahl von Porenkanälen (c), so dass nun auf dem Scheibenrand zahlreiche Porenreihen sich finden. $^{50}/_{1}$.
   - E. Centraler Theil des Sarkodenkörpers von Orbitolites, der erkennen lässt, wie der erste Ring von Kämmerchen von der zweiten halbspiraligen Kammer (b) seinen Ursprung nimmt. $^{180}/_{1}$.
2. A—E. Orbiculina adunca F. u. M. sp.
   - A. Ein junges Individuum mit wenigen, noch nicht umfassenden Kammern.
   - B. Ein erwachsenes Individuum, bei welchem die späteren Kammern die früheren vollständig concentrisch umgreifen. Die Kämmerchenbildung in den einzelnen Kammern deutlich zu sehen.
   - C. Horizontaler Durchschnitt durch ein grosses spirales Exemplar, bei welchem ein vollständiges, concentrisches Umschliessen der Kammern nicht eingetreten ist.
   - D. Stück des Scheibenrandes des einfachen Typus mit nur einer Porenreihe.
   - E. Scheibenrand der Schale des complicirteren Typus, statt der einen Porenreihe finden sich 3—4 und entsprechend vermehrte Communikationen zwischen den Kämmerchen der Ringe.

Fig.
3. A—D. Cycloclypeus Carp.

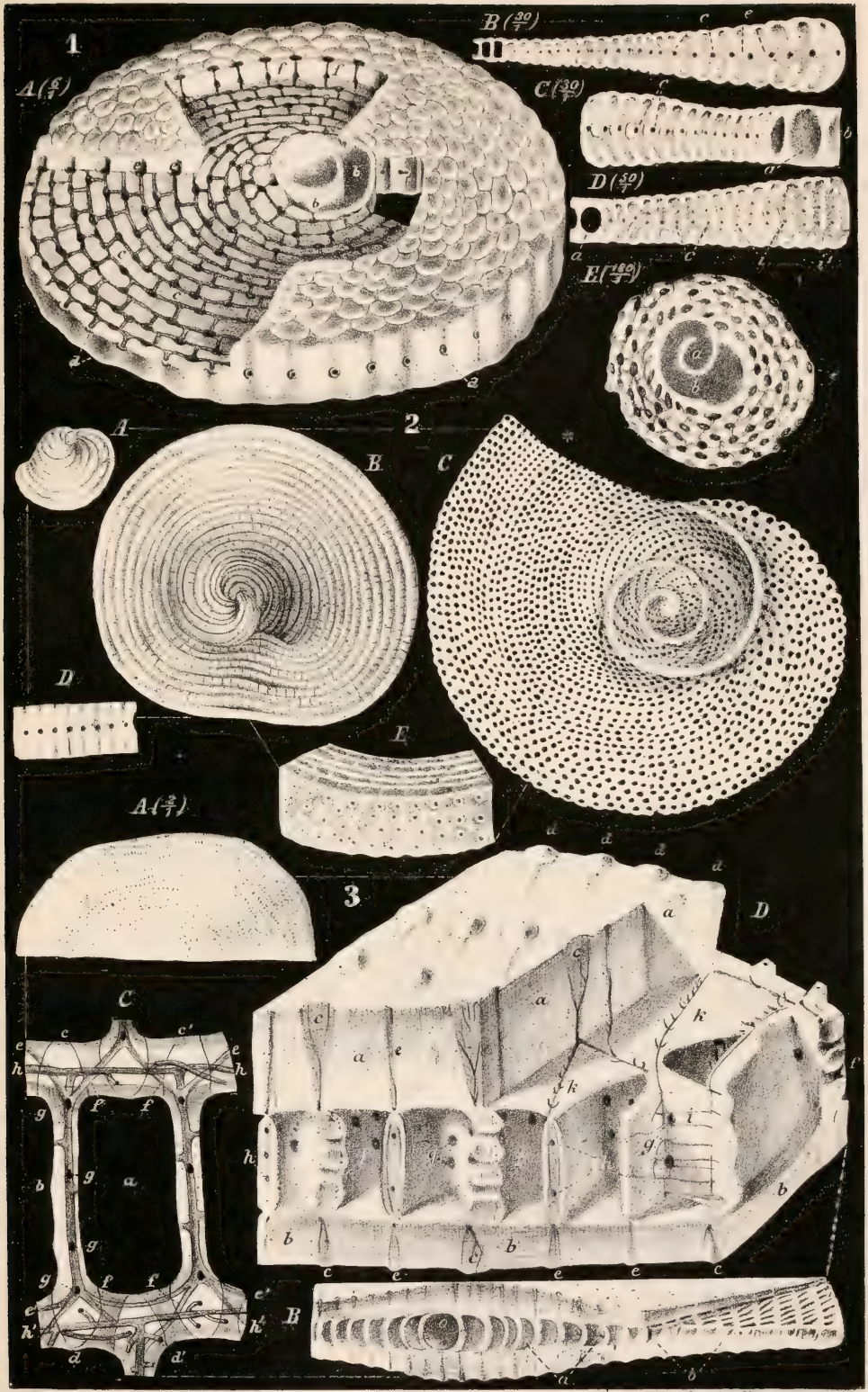
A. Die äussere Oberfläche eines halben Individuums.

B. Radialer senkrechter Durchschnitt durch eine Schale; zeigt die einfache mediane Kammerschicht (a) und die dicken lamellösen und perforirten Wandungen der Scheibenflächen; die dünneren Wände, welche die Kammern von einander scheiden und die dieselben durchbrechenden schiefen, dicken Porenkanäle zur Communikation der Kammern der aufeinanderfolgenden Ringe. - Rechts ist ein horizontaler Schnitt angelegt, auf welchem sich die cyklische Anordnung der Kammern erkennen lässt.

C. Schema einer einzelnen Kammer im Horizontalschnitt. a Kammerhöhle, b die benachbarten Kammerhöhlen desselben Ringes, die von a durch je ein doppellamelliges Septum getrennt werden; c c^1 und d d^1 Kammerhöhlen des nächst äusseren und inneren Ringes, von a getrennt durch die cyklischen Kammerwände e e und e^1 e^1, jedoch in Communication mit der Kammerhöhle a durch die schiefen Kanäle f, f, f, f. In den Septen zwischen a und b bemerkt man die Interseptalkanäle g, welche je zwei Kanäle entspringen lassen, die die cyklischen Septen e e und e^1 e^1 schief durchsetzen und mit den entsprechenden Interseptalkanälen in den Septen zwischen den Kammern c c^1 und d d^1 sich verbinden. Von den Interseptalkanälen g scheinen directe Communikationskanäle in die Kammerhöhlen zu führen, während bei g vertikale Kanäle von ihnen ausgehen, die sich mit den benachbarten Interseptalkanälen desselben Septums verbinden. h h und h^1 h^1 ist das Kanalsystem in den cyklischen Septen.

D. Ideale Darstellung eines kleinen Theils einer Scheibe von Cycloclypeus, die in verschiedener Weise geöffnet ist, um die innere Structur darzustellen. a, a die aus übereinandergelagerten Lamellen aufgebaute obere Scheibenwand, b, b die entsprechende untere Scheibenwand; c, c die Kegel aus solider, nicht perforirter Schalenmasse, die jedoch zuweilen von Zweigen des Kanalsystems durchzogen werden; d, d, d die äusseren Enden dieser Kegel, welche als Tuberkel auf der Scheibenfläche hervorragen und von welchen Platten von ähnlicher, nichtperforirter Schalenmasse ausgehen (e), die als Fortsetzung der Septen die perforirte Schalensubstanz durchsetzen. f f Communikationskanäle zwischen den Kammern in den cirkulären Septen im Durchschnitt. g g ebensolche, im Hintergrund der Kammerhöhlen sich öffnend; h h Querschnitte von Interseptalkanälen; i eine Kammer, in deren Wandungen das Interseptalkanalsystem in seiner ganzen Entwickelung dargestellt ist; k k Verlauf der Hauptkanäle längs der Verbindungslinie zwischen der Kammerdecke und den vertikalen Septen. Vergr. 60.

Sämmtliche Figuren nach Carpenter (Philos. Transact. 1856).



F. Volk fec. Druck v. Aug. Hurth, Leipzig

Erklärung von Tafel VII.

Fig.

1. Loftusia persica Brady. Tertiär von Persien.
Ein wenig vergrössertes Exemplar in verschiedener Weise angeschnitten, um die innere Structur zu zeigen. A ein Querschnitt, auf dem die spiraligen Umläufe der äusseren Kammerwand und die, von ihr nach Innen den Kammerraum in flachen Lagen durchziehende labyrinthische Schalensubstanz zu sehen ist. B ein horizontaler und C ein vertikaler Längsschnitt, welche zeigen, dass die Umgänge sich allseitig umhüllen und die labyrinthische Schalenmasse im Innenraum der Umgänge noch deutlicher erkennen lassen.

2—22a. Eine Suite verschiedener Formen und Variationen von Lagena (einschliesslich Entosolenia), vorzüglich um die grosse Mannigfaltigkeit der Schalenskulptur und den grossen Formenreichthum dieses Genus zu zeigen.

2. Lagena globosa Walk. sp. aus Crag von Antwerpen.
3. Lagena apiculata Reuss (Entosoleniaform). Septarienthon von Pietzpuhl.
4. Lagena vulgaris Will. Crag von Antwerpen.
5. Lagena tenuis Bornem. var. ornata aus dem Septarienthon von Pietzpuhl.
6. Lagena gracilis Will. recent.
7. L. striata d'Orb. aus dem Septarienthon von Pietzpuhl.
8. L. mucronata Rss. Septarienthon von Pietzpuhl.
9. L. acuticosta Rss. Kreidetuff von Mastricht.
10. L. reticulata Macgill. sp. Crag von Antwerpen.
11. L. catenulata Will. recent.
12. L. hystrix Reuss. Septarienthon von Pietzpuhl.
13. L. (Entosolenia).
14. L. (Entosolenia) marginata Montg. recent.
15. L. radiato-marginata P. u. J. recent. Australien.
16. L. crenata P. u. J. recent. Australien.
17. L. tubifero-squamosa P. u. J. fossil von Grignon. Der Schalenhals besitzt bei dieser Form an seiner Basis meist 3 secundäre röhrenförmige Oeffnungen, die gewöhnlich rechtwinkelig von demselben entspringen.
18. L. (Entoselenia) squamosa Montg. Monströse Doppelbildung (recent).
19. L. pulchella Brady. Ansicht auf die Oeffnung (recent).
20. L. gracillima Seguenza sp. Eine doppelmündige Form (recent).
21. L. laevis Mont. Monströse Doppelbildung (fossil von Grignon).
22. Lagena, monströse Doppelbildung (recent).

22a. Ein Stück des seitlichen Kieles von Lagena (Entosolenia) marginata Montg., das die eigenthümlichen in demselben befindlichen, kleinen, kämmerchenartigen Höhlen mit nach Aussen mündendem Eingangskanal deutlich zeigt.

23a—b. Lingulina costata d'Orb. (Tertiär). a Ansicht von der schmalen Seite, b Ansicht auf die Mündung.

24. Rimulina glabra d'Orb. (recent. Adriat. Meer). Ansicht von der breiten Seite.

25. Glandulina laevigata d'Orb. Tertiär. (Auch recent.)

26. Flabellina cordata Reuss. Fossil.

27. Cristellaria (Robulina) echinata Sold. sp. Tertiär. (Auch recent.)

Fig.

28a. Globigerina bulloides d'Orb. Ansicht eines Exemplars von unten, o die Oeffnung der jüngsten, grössten Kammer. Man sieht den Sarkodeinhalt der Kammern sp und den Kern (n), der in der 7. und 8. Kammer liegt.

28b—c. Basis und Spitze eines Globigerinenstachels.

29a—c. Globigerina.

29a. Dünnschliff einer sehr dickschaligen, typischen Tiefseeglobigerina. i die ursprüngliche jüngste Schalenwand, a äussere sogen. exogene Schalensubstanz, die eine Anzahl der schon bei Lagena dargestellten, birnförmigen, nach aussen sich öffnenden Höhlen enthält (h).

29b. Konische oder wetzsteinförmige, krystallinische Kalkkörper, welche die exogene Schalensubstanz einer solchen Globigerina zusammensetzen.

29c. Stark vergrössertes Fragment der Schale einer ausgewachsenen Globigerina von Innen gesehen. i die ursprüngliche, innerste Schalenlage, a die äussere, exogene Schalensubstanz, g die weiten und k die feinen Porengänge in der Schale.

30. Orbulina universa d'Orb. Ein pelagisch gefischtes Exemplar mit erhaltenen Stacheln (dieselben sind auf der linken Seite nicht ausgezeichnet). In der Kammerhöhle bemerkt man eine Anzahl gleichfalls bestachelter und globigerinenartig angeordneter, kleiner Kammern (junge Globigerine nach Pourtalés, Reuss etc.).

31. Uvigerina angulosa Will.

32. Bulimina Preslii Reuss. Fossil.

33. Cassidulina serrata. Fossil.

34. Valvulina. (Bulimina-artige Form.)

35. Valvulina triangularis d'Orb. Recent. Ansicht auf den Apex der Schale.

36. Valvulina. (Clavulina-artige Form.)

37. Polymorphina Orbignii Zborzew. (tubulosa d'Orb.) Recent.

38. Eine dreizehnkammerige Rotalina von unten gesehen. Die Schale ist durch Behandlung mit Essigsäure entfernt und der aus 2 etwas verschiedenen Theilen zusammengesetzte Kern (n) durch Behandlung mit Osmiumsäure und Karminfärbung deutlich gemacht.

Fig. 1 nach Carpenter und Brady (Philos. Transactions 1869); Figg. 2—5 u. 7—12 nach Reuss (Monogr. d. Gatt. Lagena); Figg. 6, 13, 18, 31 u. 37 nach Williamson (Recent Foraminifera); Fig. 14 nach Rym. Jones (Transact. of Linn. soc. Bd. 30); Figg. 15—17 u. 21 nach Parker u. Jones (Philos. Transact. 1865); Figg. 19—20 nach Brady (Ann. mag. nat. hist. 4. ser. T. VI); Fig. 22 nach Alcock (Mem. of litt. a. phil. soc. of Manchester T. III); Figg. 23—25 u. 27 nach d'Orbigny (Foraminif. foss. de Vienne); Figg. 26, 32—36 nach Carpenter (Introduction); Figg. 28 u. 38 nach R. Hertwig (Jen. Zeitschr. Bd. XI); Fig. 29a—c nach Wallich (North atlantic sea-bed); Fig. 30 nach Murray (Proc. roy. soc. Bd. 23).

Lith. Anst. Werner & Winter, Frankfurt a. M.

Erklärung von Tafel VIII.

Fig.

1. Cornuspira foliacea Phil. Junge, noch nicht ausgewachsene Schale in seitlicher Ansicht.

2a—d. Fabularia discolithes Defr. Eocän.
2a. Seitliche Ansicht in natürlicher Grösse.
2b. Ansicht von vorn, man erblickt die von zahlreichen feinen Oeffnungen gebildete Mündung.
2c. Seitliche Ansicht.
2d. Medianer Durchschnitt eines Exemplars, zeigt die Biloculina-artige Anordnung der Kammern und deren Ausfüllung durch solide Schalensubstanz, die nur feine, anastomosirende Kanalräume zur Aufnahme der Sarkode offen lässt.

3a—c. Triloculina gibba d'Orb. Miocän (auch recent).
3a u. c. Seitliche Ansichten.
3b. Ansicht von vorn auf die Mündung; zeigt deutlich den zungenartigen Vorsprung in letzterer.

4a—c. Polymorphina communis d'Orb. Miocän.
4a und c. Seitliche Ansichten.
4b. Ansicht von vorn auf die Mündung, die strahlenartige Zeichnung um letztere deutlich.

5a—c. Textularia Mariae d'Orb. Miocän.
5a. Ansicht von der schmalen Seite.
5b. Ansicht von vorn in der Richtung der Axe.
5c. Ansicht von der breiten Seite.

6a—b. Cassidulina crassa d'Orb. Recent.
6a. Seitliche Ansicht.
6b. Ansicht von vorn.

7. Zwei ganz junge Milioliden im lebenden Zustand mit hervorgestreckten Pseudopodien. Das linke Exemplar mit der kugeligen Embryonalkammer und einer halben Windung, das rechts mit der Embryonal- und einer vollständigen ersten Kammer.

8a—c. Anomalina variolata d'Orb. Tertiär (auch recent).
8a. Von der apicalen Seite.
8b. Von der schmalen Seite.
8c. Von der basalen Seite.

9a—c. Globigerina bulloides d'Orb. Tertiär (auch recent).
9a. Von der basalen Seite, zeigt nur die 4 jüngsten Kammern.
9b. Von der Schmalseite.
9c. Von der apicalen Seite, hier sind auch die jüngeren Kammern zu sehen.

10a—b. Cristellaria (Robulina) ariminensis d'Orb. Tertiär.
10a. Von der Schmalseite, o die Mündung.
10b. Von der Breitseite, hier der peripherische Kiel sehr deutlich.

Fig.

11a—b. Nummulites radiatus Ficht. u. M. Miocän (auch recent).
11a. Ansicht von der Breitseite.
11b. Von der Schmalseite.

12a—b. Dendritina elegans d'Orb. Miocän.
12a. Von der Breitseite.
12b. Von der Schmalseite.

13a—b. Pavonina flabelloides d'Orb. (recent).
13a. Von der abgeplatteten Seite.
13b. Ansicht der von zahlreichen Oeffnungen durchbrochenen Mündungsfläche.

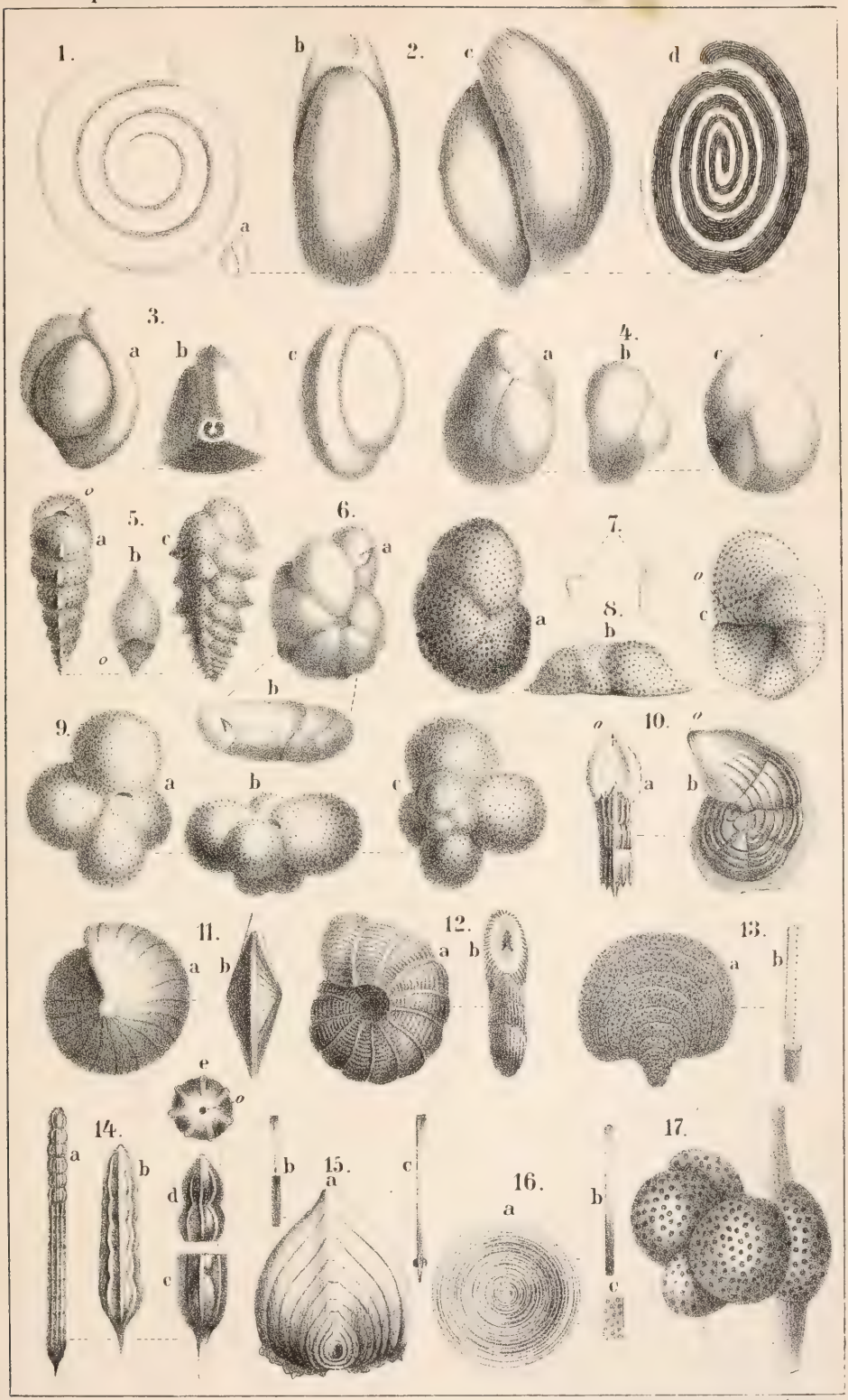
14a—e. Nodosaria Bacillum Defr.
14a—b. Zwei Exemplare in seitlicher Ansicht.
14c. Anfangstheil eines Exemplars, stärker vergrössert.
14d. Endtheil eines Exemplars, stärker vergrössert.
14e. Letzte Kammer, von der Mündungsfläche betrachtet.

15a—c. Frondicularia annularis d'Orb.
15a. Von der abgeplatteten Seite.
15b. Auf die Mündungsfläche, und
15c. von der schmalen Seite gesehen.

16a—c. Orbitolites (Cyclolina) cretacea d'Orb.
16a. Von der Breitseite.
16b. Von der Schmalseite.
16c. Ein kleiner Theil des Scheibenrandes, stärker vergrössert. 16a und b $^{3}/_{1}$.

17. Acervuline Planorbulina (Acervulina M. Sch.). Ein Haufen Kammern in unregelmässiger Weise auf einer Coralline aufgewachsen. Vergr. ca. 72.

Figg. 1, 7 und 17 nach M. Schultze (Org. d. Polyth.); die übrigen Abbildungen nach d'Orbigny (Foraminif. foss. de Vienne) und 2a—d nach d'Orbigny (Annales des sciences natur. T. 7).



Lith u Dr v Aug. Kurth. Leipzig

Erklärung von Tafel IX.

Fig.

1. Globigerina (Hastigerina) Murrayi W. Thoms. Ein pelagisch gefischtes Exemplar mit erhaltenen Stacheln und ausgestreckten Pseudopodien. s die Schale, a der dieselbe ähnlich wie bei den Radiolarien umhüllende Alveolenmantel.

2a—b. Carpenteria. (Recent.)

2 a. Ein auf einer Pectenschale festgewachsenes Exemplar, bei welchem die Kammern des letzten Umgangs so sehr divergiren, dass sie in hohem Grad von einander getrennt erscheinen. a Oeffnung der Centralhöhle, in welche die einzelnen Kammern einmünden.

2 b. Querschnitt eines sehr flachgedrückten Exemplars, nahe unter der Mündungsöffnung. a Durchschnitt der Centralhöhle, in welche die Kammerräume (k, k', k'') einzeln einmünden, wie bei b und c direct zu sehen ist. k' letzte und k'' vorletzte Kammer; d—d^3 vollständige Septen, welche die Hauptkammern trennen, in diesen sieht man bei g und g^1 Theile des Kanalsystems.

3a—b. Rotalia Schroeteriana P. u. J.

3 a. Seitliche Ansicht der Schale.

3 b. Schliff parallel der Windungsebene, stärker vergrössert; derselbe zeigt das Kanalsystem z. Th. sehr deutlich.

4. Cymbalopora Poyei d'Orb. sp. in seitlicher Ansicht.

5. Pulvinulina vermiculata d'Orb. von der oberen Seite gesehen.

6. Discorbina vesicularis d'Orb. von der oberen Seite gesehen.

7. Calcarina Spengleri Gmel. Ideale Darstellung zur Erläuterung des inneren Baues. Durch Anlegung von Schnittflächen in verschiedener Richtung und Abtragung eines grossen Theils der secundär aufgelagerten Schalenmasse ist die Kammerspirale zum grösseren Theil blosgelegt (b, b). Bei a^2, a^3, a^4 sieht man die Kammerhöhlen der aufeinanderfolgenden Umgänge im Durchschnitt und bemerkt, dass jede Kammer von einer besonderen dünnen Wand umkleidet ist. Bei d sieht man das sogen. Zwischenskelet im Durchschnitt und bemerkt dessen allmähliche Zunahme an Dicke an den jüngeren Umgängen. Bei d^1 sind auf dem Durchschnitt die, die Kammern der aufeinanderfolgenden Umgänge in Communikation setzenden Kanäle zu sehen, während ähnliche Kanäle das gesammte Zwischenskelet durchsetzen und äusserlich frei ausmünden. f sind die armartigen Auswüchse des Zwischenskelets, von einem dichten Kanalnetz durchzogen. Bei e^1 nimmt man im Durchschnitt kegelförmige Partien von nichtkanalisirter, solider Schalensubstanz in der äusseren Auflagerungsmasse der Schale wahr, die auf der Oberfläche in Gestalt von Tuberkeln sich erheben (e).

8. Planorbulina mediterranensis d'Orb. Ansicht auf die untere Seite. Die bei diesem Geschlecht sehr weiten punktförmigen Porenöffnungen sind deutlich bemerkbar (recent).

Fig.

9a—b. Patellina corrugata Will. (recent).

9a. Ansicht der Oberseite; an der Spitze eine Centralkammer und eine diese umgreifende zweite Kammer, ähnlich Orbitolites, darum ringförmig geordnete Reihen von Kämmerchen.

9b. Ansicht der Unterseite. Man bemerkt die centripetalen Verlängerungen der Kämmerchen und eine die Nabelhöhle ausfüllende secundäre Auflagerung von Schalensubstanz.

10. Innere Cuticula eines Theils einer Kammer von Discorbina Turbo d'Orb. mit den davon ausgehenden röhrenförmigen Cuticularhäutchen der Porenkanäle (b); c solche Röhrchen von der Fläche gesehen (nach Entfernung des Kalks durch Säure). Vergr. ca. 200.

11a—b. Polytrema miniaceum L.

11a. Schön entwickeltes, reich verästeltes Exemplar aus dem Mittelmeer. Vergr. ca. 12.

11b. Kleiner Theil des Randes eines Querschliffs des Stammes; man bemerkt eine Anzahl übereinandergelagerter Lamellen mit ihren säulenförmigen, hohlen Einsenkungen (s), die sich auf die unterliegende Lamelle aufstützen. Bei o Oeffnungen, die sich an der Basis dieser Säulen häufig finden und in das Lumen derselben führen.

12. Involutina liasina Jon. sp. (Lias). Exemplar in seitlicher Ansicht. Vergr. ca. 10.

13a—b. Archaeodiscus Karreri Brady. Kohlenformation.

13a. Seitliche Ansicht eines Exemplars. Vergr. ca. 16.

13b. Querschliff eines Exemplars, sowohl die feinen nummulitenartigen, als die gröberen Porenkanäle zeigend, ebenso wie die Unregelmässigkeit der spiralen Aufrollung. Vergr. ca. 38.

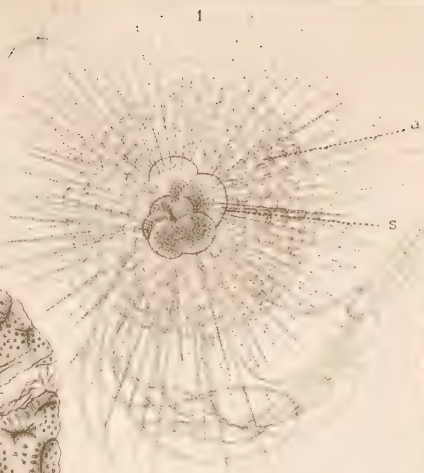
14. Pullenia bulloides d'Orb. Ansicht auf die Mündungsfläche. Tertiär.

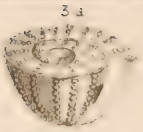
15. Sphaeroidina austriaca d'Orb. Seitliche Ansicht. Tertiär.

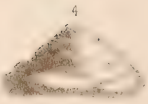
16. Endothyra crassa Brady. Ansicht auf die Mündungsfläche. Kohlenformation.

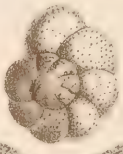
17. Bradyina rotula Eichw. Ansicht auf die Mündungsfläche. Kohlenformation.

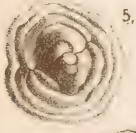
Fig. 1 nach Murray (Proc. roy. soc. Bd. 23); Figg. 2—7 und 9 nach Carpenter (Introduction); Fig. 8 nach Williamson (Rec. Foramin.); Fig. 10 nach Kölliker (Icones histiolog.); Fig. 11 Original; Fig. 12 nach Bornemann (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. Bd. 26); Fig. 13 nach Brady (Palaeontolog. soc. 1876); Figg. 14—15 nach d'Orbigny (Foram. foss. de Vienne); Figg. 16 und 17 nach v. Möller (Mém. acad. St. Petersb. 7. s. T. 25).

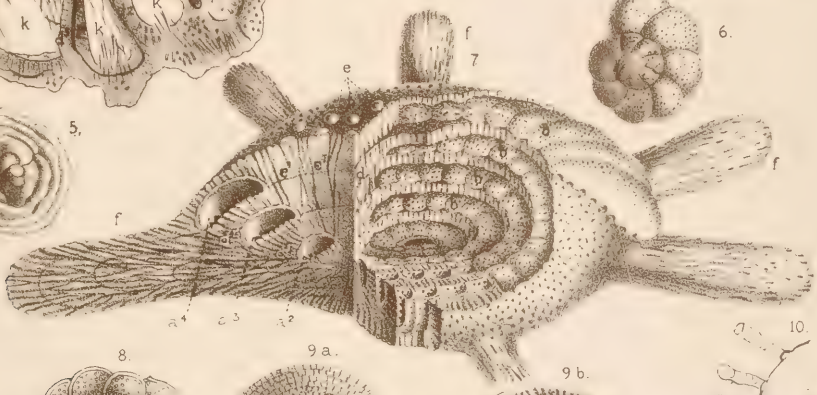


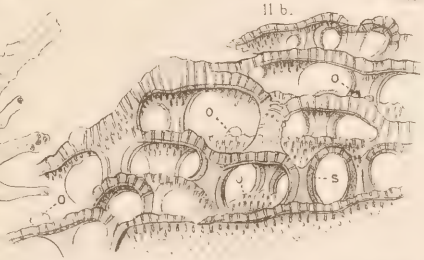


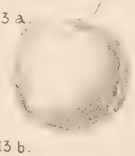


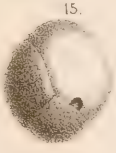


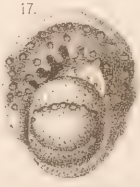












Lith. Anst. Werner & Winter Frankfurt a/M.

Erklärung von Tafel X.

Fig.

1a—c. Amphistegina Quoyii d'Orb. (Recent.).

1a. Ansicht der oberen Fläche.

1b. Ansicht der unteren Fläche.

1c. Seitliche Ansicht auf die Mündungsfläche.

2. Steinkern einer Amphistegina, an welchem man die fast vollständige Abtrennung der seitlichen Kammerflügel von den Hauptkammern auf der Unterseite bemerkt. Mit den letzteren stehen sie nur noch durch die schmalen Verbindungen (a) in Zusammenhang und erscheinen als zwischengeschobene sogen. „Astrallappen".

3. Vertikaler Schliff einer Amphistegina. Bei a a bemerkt man die Kammerflügel der Ober- und bei a^1 a^1 die der Unterseite. Bei b und b^1 tritt der obere und untere Knopf der Nabelgegend, der aus solider, nichtperforirter Schalenmasse besteht, hervor, gleicher Weise sind auch die peripherischen Randtheile der spiraligen Kammerwand bei c^2 und c^3 gebildet. f Septalöffnung. i scheinbare Untertheilung der betreffenden Kammer, herrührend vom Durchschnitt eines Septums, da diese hier sehr schief zum Radius der Umgänge verlaufen.

4a—c. Operculina.

4a. Radialer Durchschnitt durch eine kleine Operculina; derselbe zeigt die allgemeine Anordnung des Kanalsystems und den grossen Unterschied in der Dicke der Kammerwände des letzten und vorletzten Umgangs.

4b. Ideale Darstellung einer Operculina, deren innerer Bau durch in verschiedener Richtung gelegte Schnitte sichtbar gemacht ist. a, a, a der Dorsalstrang, der bei a^1 quer durchschnitten ist und hier die ihn durchziehenden Kanäle im Querschnitt zeigt, während sie bei a^2 a^2 in der Fläche und bei a^3 a^3 im horizontalen Durchschnitt blosgelegt sind. b b die äussere Oberfläche der Kammern, welche durch die hervortretenden Septalbänder auch äusserlich markirt werden. c c Kammerhöhlungen des äusseren Umgangs, deren Flügel sich bei c^1, c^1 über den vorhergehenden Umgang nach dem Centrum der Schale ausdehnen. d d die Septa, die von 2 Lamellen zusammengesetzt werden, zwischen denen das Kanalsystem liegt, dessen Verlauf bei g deutlich zu sehen ist. Die beiden Hauptstämme eines Septums entspringen aus den beiden Spiralkanälen (h) und die feinen Endzweige der Septalkanäle münden äusserlich zu beiden Seiten der Septalbänder aus. Auch die bei i im Durchschnitt gesehenen Tuberkel nichtperforirter Schalensubstanz, welche die Septalbänder bilden, sind häufig von Zweigen des Kanalsystems durchsetzt. e Septalöffnung, f secundäre Oeffnungen in den Septen..

4c. Theil eines tangentialen Durchschnitts, der ein sehr schönes Bild des Kanalsystems gibt. a^1 a^1 Dorsalstrang von zahlreichen, netzförmig zusammenhängenden Längsgefässen durchsetzt. h, h Spiralkanäle, von denen die in die Septen eingehenden Gefässe g, g ihren Ursprung nehmen. i i Kegel von nichtperforirter Schalensubstanz, da wo die Septen in die Kammerwände übergehen, während letztere sonst von feinperforirter Schalenmasse (k, k) gebildet werden.

4d u. e. Fragmente der perforirten Schalensubstanz einer Operculina bei starker Vergrösserung (250), die Zusammensetzung derselben aus Säulchen, die von je einem Porenkanal durchbohrt werden, zeigend.

5. Ausgewachsenes Exemplar von Heterostegina. a, b, c der verdickte peripherische Rand des letzten Umfangs, d Gegend des Umfangs, wo die Scheidewände offen liegen. Vergr. ca. $2^1/_2$.

6a—c. Polystomella craticulata F. u. M. sp.

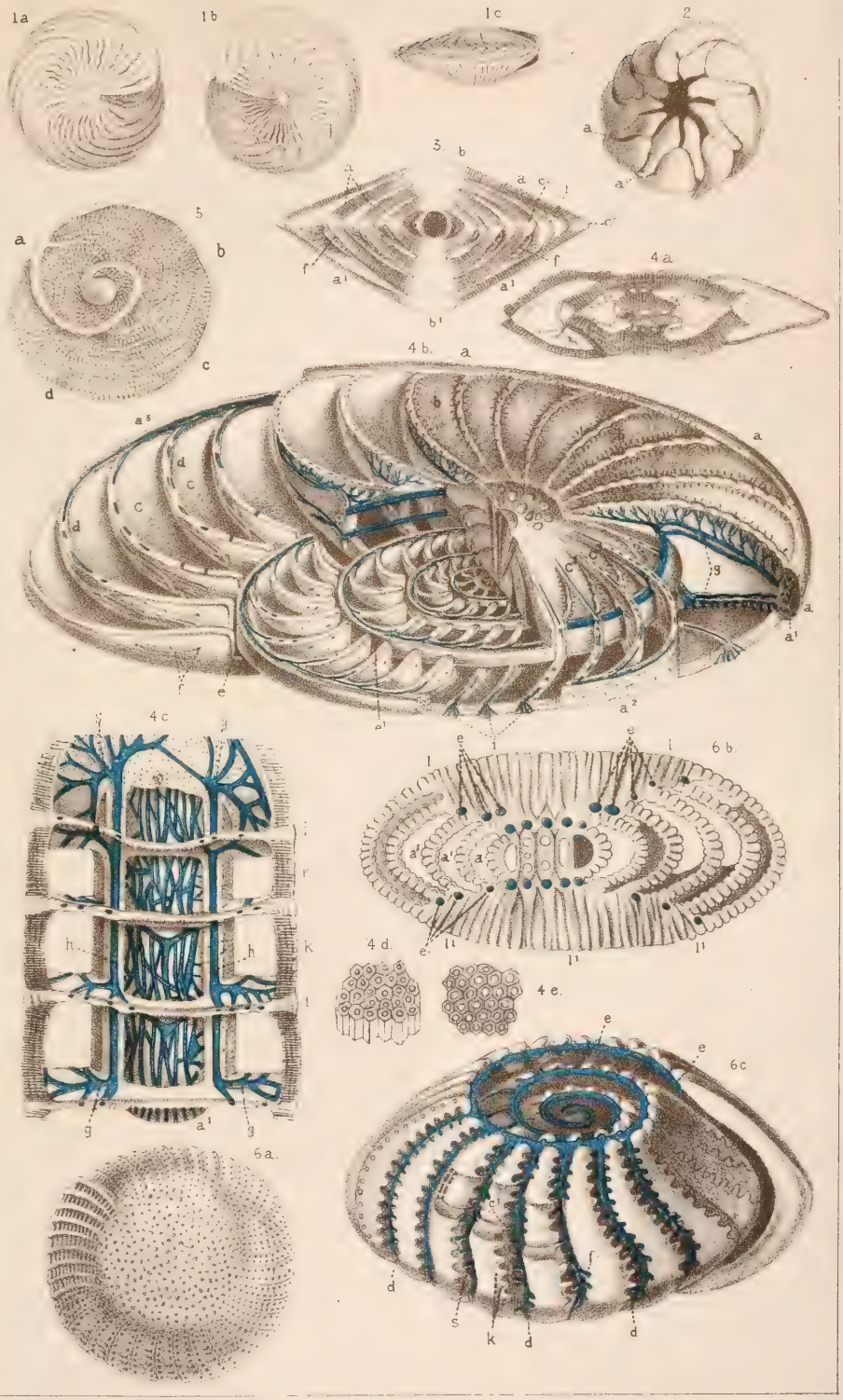
6a. Seitliche Ansicht eines Exemplars.

6b. Radialer Durchschnitt. a, a^1, a^2 Durchschnitte von Kammerhöhlungen. l, l, l^1, l^1 exogene Schalenmasse, die hauptsächlich die Nabelhöhle völlig erfüllt, e, e, e^1, e^1 Durchschnitte der Spiralkanäle.

6c. Steinkern. e e Spiralkanal der einen Seite in nahezu völligem Verlauf, d, d die von ihm ausgehenden, am peripherischen Rand der Scheidewände verlaufenden sogen. Meridionalkanäle; f die von letzteren abgehenden zahlreichen Kanälchen, durch welche die Meridionalkanäle mit den beiden sie überlagernden Kammern des folgenden Umgangs in Communikation treten, wie dies bei c^1, c^1 zu sehen ist. s Stolonen, welche die Porenöffnungen der Septen durchsetzen;*) k blindsackförmige, peripherische Fortsätze der Kammerhöhlungen nach hinten zu.

Fig. 1a—c nach d'Orbigny (Ann. sc. nat. T. 7), die übrigen Figuren nach Carpenter (Introduction).

*) Fälschlich gleichfalls blau angedeutet.



Lith. Anst. Werner & Winter Frankfurt a. M.

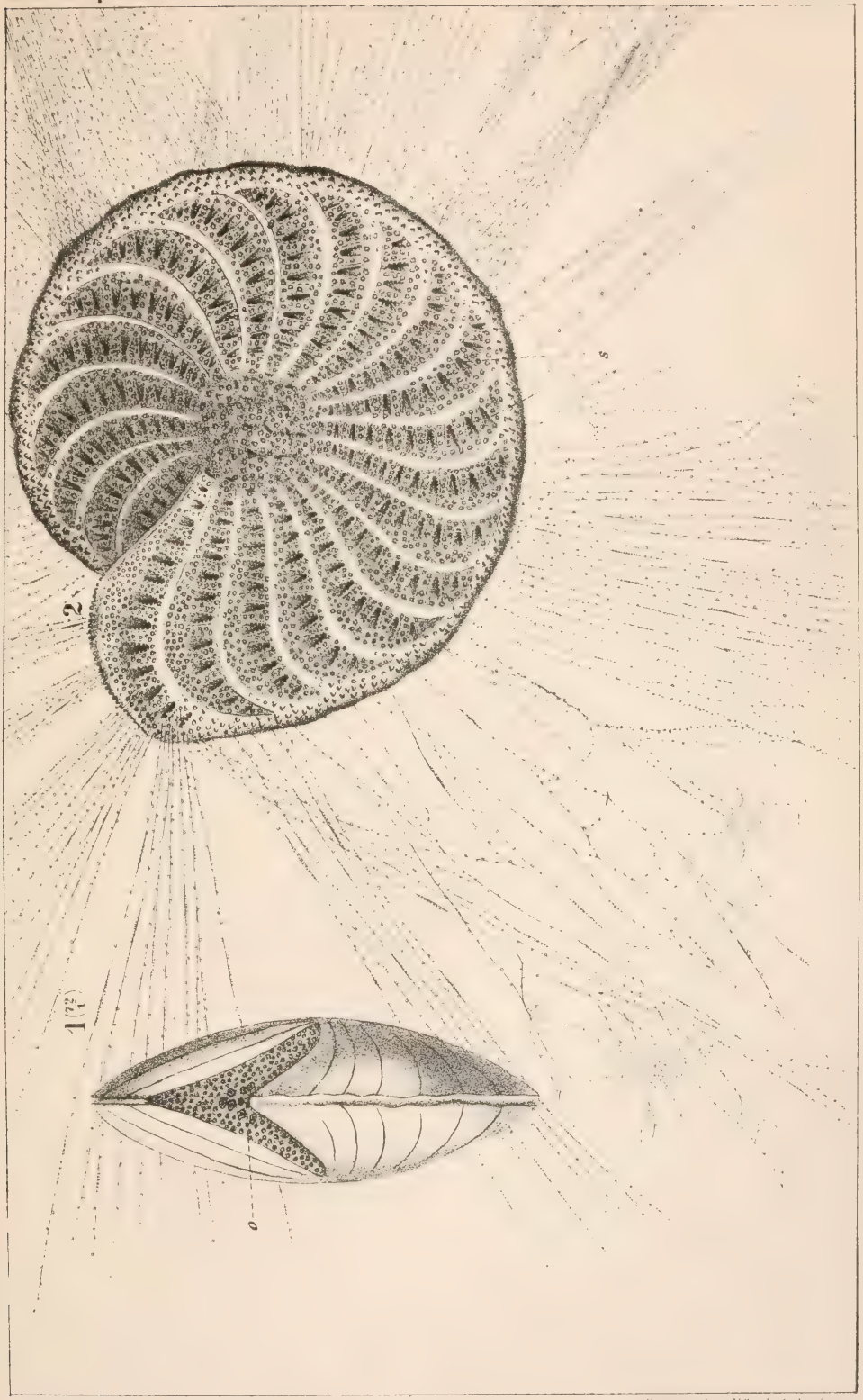
Erklärung von Tafel XI.

Fig.

1 u. 2. Polystomella strigilata F. u. M. sp., nach M. Schultze (Organ. der Polythalamien).

1. Stellt eine Schale in der Ansicht auf die Mündungsfläche dar; am inneren Rand der letzten Kammerscheidewand (der Mündungsfläche) bemerkt man die Septalöffnungen (o) zum Durchtritt der Sarkode. Die punktförmigen Gebilde auf der Mündungsfläche sind keine Porenöffnungen, wie Schultze annahm, sondern nach Carpenter solide Tuberkel. Vergr. 72.

2. Ein lebendes Thier mit zahlreichen hervorgestreckten Pseudopodien, welche jedoch nur in der unteren Hälfte vollständig dargestellt und in Bezug auf die Vergrösserung der Schale (72) um das 3—4fache verkürzt gezeichnet sind. Die Pseudopodien zeigen lebhafte Körnchenströmung, hier und da eine Zusammenlegung zu kegelförmigen Bündeln und an einigen Stellen Verschmelzung zu Sarkodeplatten. Auf der Schale bemerkt man die centrale Ablagerung von solider Schalenmasse in der Nabelgegend; die eigenthümlichen queren Rippen auf den Grenzen je zweier Kammern, in welche blindsackförmige Verlängerungen von dem hinteren Rand der Kammern aus eintreten und die zwischen diesen Rippen gelegenen spaltartigen Vertiefungen, die jedoch keine in die Kammerhöhlungen führenden Spalten darstellen, wie M. Schultze fälschlich annahm.



F. Volk fec. Druck v. Aug. Kürth, Leipzig.

Erklärung von Tafel XII.

Fig.

1a—b. Nummulites distans Desh. Natürliche Grösse.
1a. Ansicht von der flachen Seite; die obere Hälfte ist in der Medianebene aufgeschnitten, um die spiralen Umgänge der Kammern zu zeigen.
1b. Querschnitt der Schale.

2. Nummulites Meneghinii d'Arch. Querschnitt der Schale in 2facher Vergr., die lichten Radialstriche sind die Säulchen von nichtperforirter Schalensubstanz.

3a—c. Nummulites Ramondi Defr.
3a u. b. Ansicht in natürlicher Grösse, a von der schmalen und b von der breiten Seite.
3c. Hälfte einer Schale vergrössert und das rechte Viertel in der Medianebene durchschnitten. Auf der linken Hälfte bemerkt man die für die Gruppe der Radiaten z. Th. charakteristischen Radiärstreifen.

4a—b. Nummulites granulosa d'Arch. (Assilina d'Orb.). 4a Ansicht von der flachen und 4b von der schmalen Seite. Nat. Grösse.

5. Nummulites mammillata d'Arch. (Assilina d'Orb.). Ansicht von der flachen Seite, rechts oben z. Th. im medianen Durchschnitt; Vergr. 2.

6. Nummulites Lucasanus (?) Defr. Sehr stark vergrössert und durch einen Quer- und Medianschnitt so geöffnet, dass der innere Bau deutlich wird. a der Dorsalstrang mit seinem Kanalsystem im Quer- und a^1 im Horizontalschnitt; b die Kammerscheidewände mit ihrem Kanalsystem; c die geöffneten Kammerhöhlen; d feinperforirte Schalensubstanz; e Kegel von nichtperforirter Schalensubstanz. Exemplar von Kressenberg in Oberbaiern.

7. Nummulites garansensis Leym. Ein Theil der Schale z. Th. so aufgebrochen, dass die äussere Fläche eines inneren Umgangs freigelegt ist. Man sieht auf demselben bei b^1 b^1 die seitlichen Flügelverlängerungen der Kammerscheidewände, die sich durch zahlreiche secundäre Scheidewandbildungen so mit einander netzförmig verbinden, dass eine grosse Anzahl secundärer Kämmerchen gebildet wird.

8. Nummulites laevigata Lmk. Kleinerer Theil eines Radialschnitts, auf welchem die Porenkanäle in den perforirten Theilen der Kammerwände (d^1) sehr deutlich hervortreten, im Gegensatz zu den dazwischengeschalteten Säulchen von solider Schalenmasse (e) und dem, von dem Kanalsystem durchsetzten Dorsalstrang a. f sind die beiden randlichen Hauptstränge des interseptalen Kanalsystems in dem hier erhaltenen Septum, dessen Mündungsöffnung bei c zu bemerken ist.

9. Nummulites laevigata Lmk. Tangentialer Schnitt durch einen kleinen Theil der Schale. Man bemerkt die medianen Hauptkammerhöhlungen b und in den dieselben trennenden Septen die Durchschnitte der Interseptalkanäle f; d perforirte Masse der Kammerwände zwischen den mehrfachen Lagen secundärer Kämmerchen; e Säulchen von nichtperforirter Schalensubstanz, die von den Septen der medianen Kammern entspringen und sich bis zur Oberfläche durch die gesammte Zahl der sich umfassenden Kammerwände hindurch fortsetzen.

10. Nummulites laevigata Lmk. Kleiner Theil eines dünnen Medianschnitts, auf dem der Dorsalstrang a mit seinem Kanalsystem und die Scheidewände b mit ihrem Interkanalsystem (f) deutlich hervortreten.

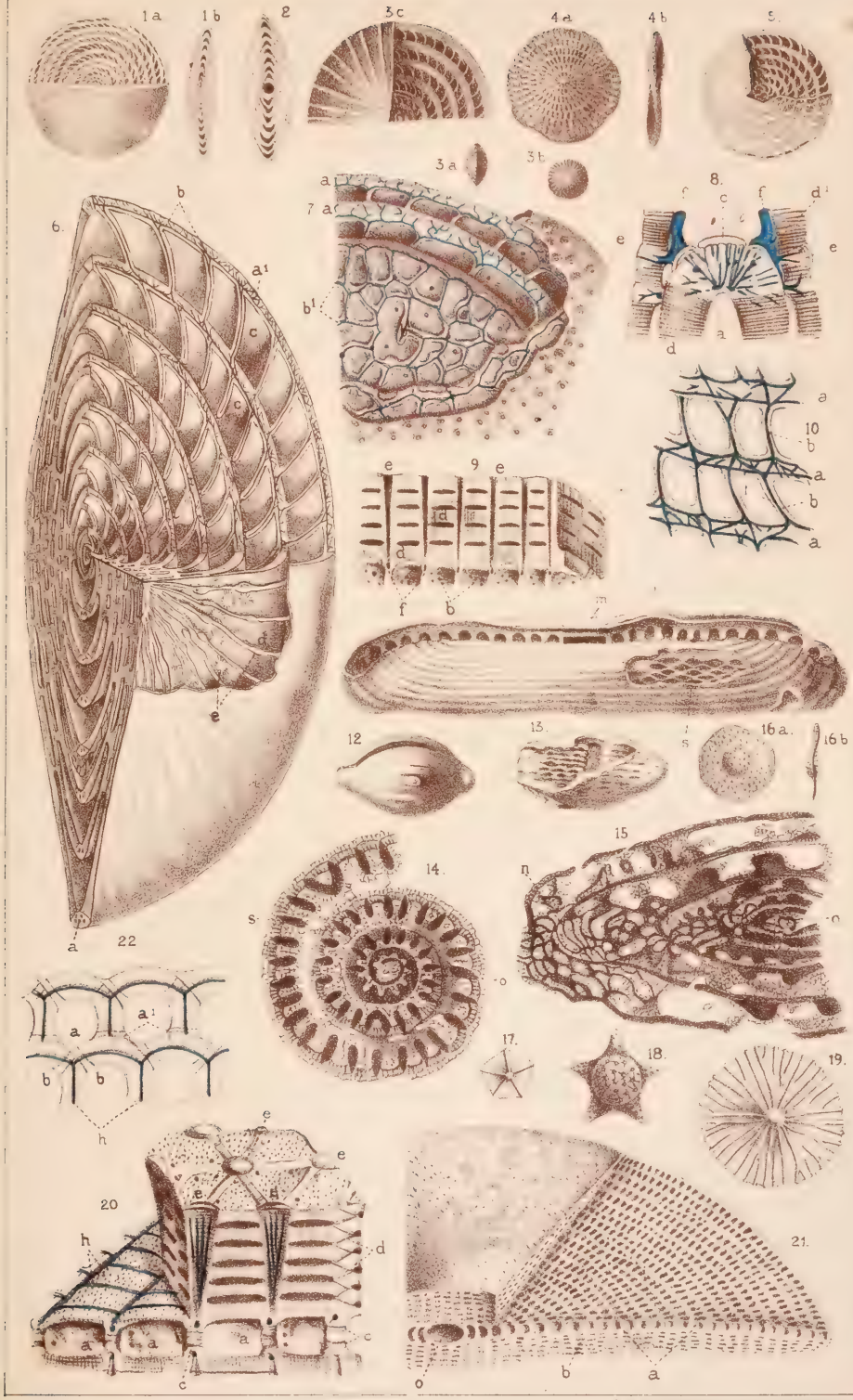
Fig.

11. Fusulina longissima v. Möll. (Kohlenformation). Ansicht auf die Mündungsfläche, die Mündung ist bei m deutlich zu sehen. Bei s ist die äussere Schalenwand abgerieben, so dass hier die wellenförmig verlaufenden Septen freigelegt sind.
12. Fusulina montipara Ehrbg. (Kohlenformation). Ansicht auf die Mündungsfläche.
13. Exemplar derselben Art, mit theilweis verloren gegangener Aussenwand der Schale, so dass die Septen zu sehen sind, wie auch ein die Lage der Septalöffnungen bezeichnender Mittelstreif.
14. Fusulina Bocki v. Möll. Aequatorialer Querschliff; o die Embryonalkammer und s die in die äussere Schalenwand eingekeilten Septen.
15. Theil eines Radialschliffes der Schale von Fusulina montipara Ehrbg. o die Embryonalkammer und bei n die netzförmige Verzweigung und Verbindung der Septen untereinander deutlich.

16a—b. Orbitoides (Discocyclina Gümb.) dispansa Sowb. (Tertiär). a Ansicht von der Flachseite, b von der Schmalseite. Natürl. Grösse.

17. Orbitoides (Asterocyclina Gümb.) priabonensis Gümb. Ansicht von der Flachseite. Natürl. Grösse.
18. Orbitoides (Asterocyclina) stella Gümb. (Tertiär). Ansicht von der Flachseite. Vergr. 5.
19. Orbitoides (Actinocyclina) variecostata Gümb. (Tertiär). Ansicht von der Flachseite. Natürl. Grösse.
20. Orbitoides papyracea Boubée sp. Ideale Darstellung eines kleinen Theils der Scheibe bei stärkerer Vergrösserung. a a die Höhlen der Mediankammern mit ihren Communikationsöffnungen (c); d die schiefen Communikationsgänge zwischen den secundären Kämmerchen der Aussenlagen; e e Kegel von nichtperforirter Schalenmasse, mit dem sie durchziehenden Kanalsystem; h Kanalsystem in den Wandungen der Mediankammern. Vergr. ca. 45.
21. Orbitoides papyracea Boubée sp. Ideale Darstellung eines Theils der Scheibe eines Exemplars, das sowohl durch einen Quer- als durch einen horizontalen Durchschnitt geöffnet worden ist. Man bemerkt die mediane Lage der Hauptkammern (a) und die dieselben überdeckenden Lagen von Kämmerchen (b). Im Horizontalschnitt ist die Anordnung der medianen Kammern in der Fläche zu sehen. Vergr. nahe 20.
22. Horizontaler Durchschnitt durch die Kammern der medianen Lage von Orbitoides Mantelli Morton sp. Man sieht einige Kammern zweier Ringe in ihrer alternirenden Stellung und bemerkt die schiefen Communikationsgänge (a b) zwischen den einzelnen Kammern der verschiedenen Ringe, sowie eine Andeutung ähnlicher Communikationen zwischen den Kammern desselben Ringes bei a^1. h Kanalsystem. Vergr. ca. 30.

Figg. 1—5 u. 7 nach d'Archiac u. Haime (Descr. d. anim. foss. de l'Inde); Figg. 8—10 u. 20—22 nach Carpenter (Introduction); Fig. 6 nach Zittel (Handbuch der Palaeontologie); Figg. 11—15 nach v. Möller (Mém. Acad. St. Pétersb. 7. sér. Bd. 25); Figg. 16—19 nach Gümbel (Abh. d. bair. Akad. Bd. 10).



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a. M.

Erklärung von Tafel XIII.

Fig.

1. Orbitoides (Asterocyclina) stellata d'Archiac (Tertiär). Ansicht der abgeplatteten Fläche. Vergr. 5.

2a—b, Tinoporus vesicularis P. u. J. (Recent),

2a. Aeussere seitliche Ansicht eines konischen Exemplars. Vergr. ca. 10.

2b. Ideale Darstellung eines kleinen Theils des Inneren, um den inneren Bau zu zeigen. Die kleinen, in grosser Zahl übereinandergelagerten Kammern stehen durch grössere Oeffnungen (a) in ihren vertikalen Scheidewänden und durch zahlreiche feinere Poren, welche die siebförmigen, horizontalen Scheidewände (b) durchlöchern, in Verbindung.

3. Tinoporus baculatus Defr. (Recent). Ein langstrahliges Exemplar von der Breitseite gesehen. Vergr. ca. 15.

4—7. Zur Orientirung über die Organisation der sogen. Dactyloporideen, bis vor Kurzem fast allgemein für Foraminifera in Anspruch genommen, jetzt hingegen als Kalkalgen erkannt.

4. Dactylopora (Haploporella Gümbel) eruca P. u. J. (Recent). Ansicht von der Flachseite; man bemerkt am concaven Innenrand die Mündungen (o) der vermeintlichen Kämmerchen. (Wahrscheinlich nur aus dem Zusammenhang gelöstes Stück eines Ringgliedes.) Vergr. 15.

5a u. b. Dactylopora (Haploporella Gümb.) annulus P. u. J. (Tertiär).

5a. Zwei zusammenhängende Ringglieder, Kalkhüllen der äusseren, ringförmig geordneten Zellen der Alge (von der schmalen Seite gesehen).

5b. Ansicht eines solchen Ringes von der Breitseite. Vergr. ca. 25.

6. Dactylopora (Dactyloporella Gümb.) cylindracea Lmk. (Tertiär). Ein Exemplar von einfachstem Bau, nahezu 10 Mal vergr.

7. Theil eines Längsdurchschnittes durch eine Dactylopora cylindracea Lmk. Der weite röhrenförmige Hohlraum wird nach Munier-Chalmas im Leben von der Centralzelle ausgefüllt, nach früherer Auffassung war derselbe von Sarkode erfüllt. Bei a, a, sind die ringförmig geordneten sogen. Kammerhöhlungen Carpenter's im Durchschnitt blossgelegt, nach M.-Ch. zur Einlagerung der Sporangien dienend. Die Kanäle d, d dienten zur Einlagerung einer äusseren Lage langgestreckter Hüllzellen, wogegen die von dem ringförmigen Hohlraum (b, b) in die Centralhöhle führenden kurzen Kanäle zur Einlagerung einer inneren Schicht solcher Hüllzellen dienten. Vergr. ca. 25.

8. Ideale Darstellung des Baues von Eozoon canadense nach der Auffassung von Carpenter und Dawson. Die Figur stellt ein kleines, durch die Anbringung mehrerer nach verschiedenen Richtungen geführter Schnitte aus einer Eozoonmasse ausgeschnittnes Stück dar. Dasselbe zeigt drei Kämmerchenlagen (k, k), die hier hohl dargestellt, im natürlichen Verhalten dagegen mit Serpentin erfüllt sind. Direct umkleidet werden diese Kämmerchen von der sogen. feinporösen, eigentlichen Kammerwand (k'), der feinfaserigen Chrysotillage der Gegner. Zwischen die Kämmerchenlagen mit ihren Kammerwänden eingeschoben findet sich das sogen. Zwischenskelet (sk) (die Kalkschichten), welches von dem verästelten sogen. Zwischenkanalsystem (c) durchsetzt wird. Bei v finden sich weitere, stolonenartige Communikationen zwischen benachbarten Kämmerchen und ebenso bei st ähnliche stolonenartige Kanalräume, die sich durch das Zwischenskelet von der einen bis zu der gegenüberliegenden Kammerwand erstrecken.

Fig.

9. Stromatopora tuberculata Nich. (Corniferous limestone). Kleines Stück in ungefähr natürlicher Grösse; zeigt deutlich die wellenförmig in Tuberkel sich erhebende Oberfläche, welche rauh und granulirt erscheint. Die verwitterte seitliche Bruchfläche dagegen gibt eine Vorstellung von der lamellösen Zusammensetzung des Ganzen.

10. Theil eines Vertikalschliffs einer sogen. Stromatopora striatella d'Orb. Man bemerkt sehr deutlich die ziemlich regelmässig geordneten Lamellen (l) und die sie trennenden Interlamellarräume (il). Zwischen den aufeinanderfolgenden Lamellen sind die Pfeiler (pf) ausgespannt. Vergr. ca. 18.

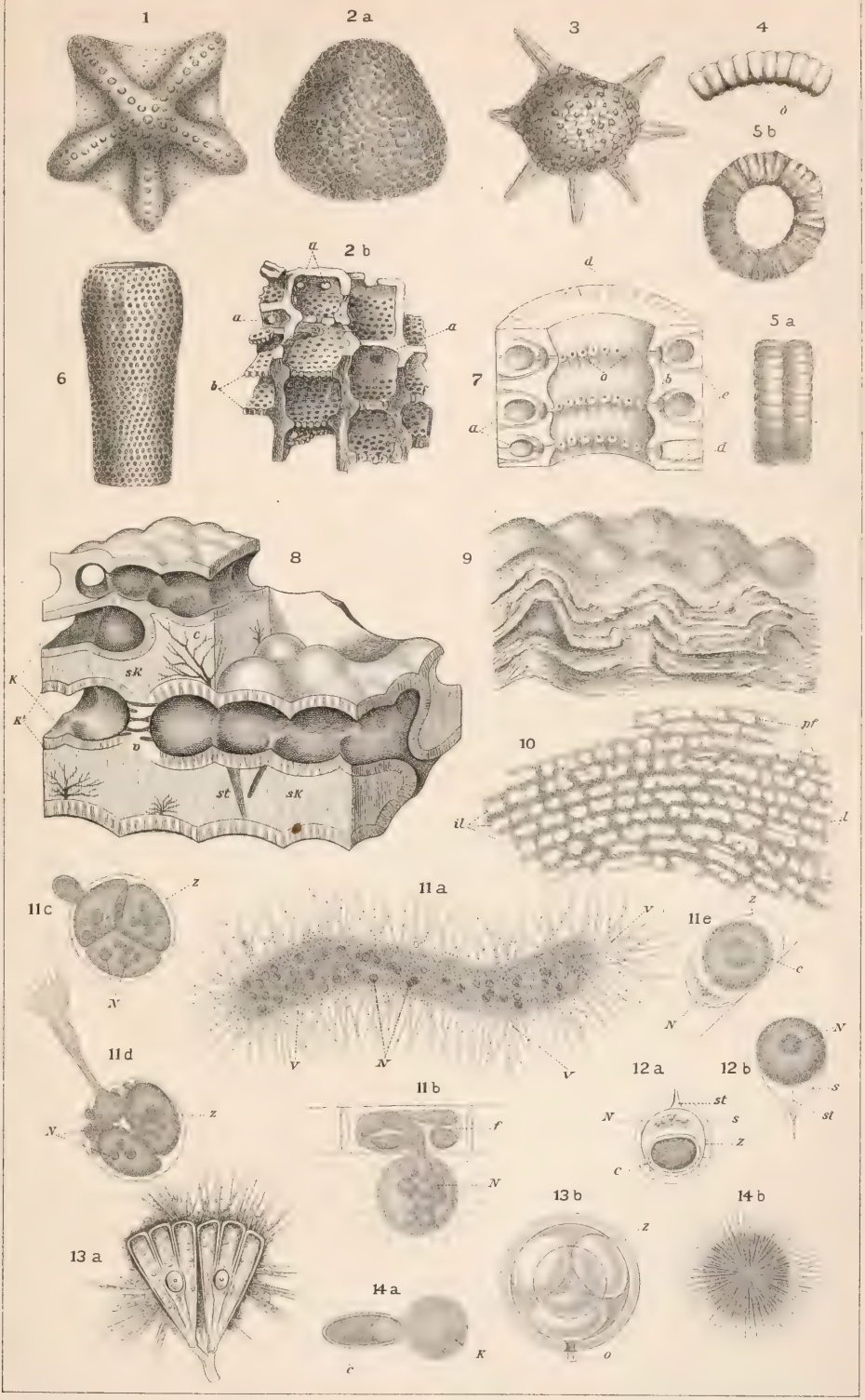
11a—e. Vampyrella lateritia Fres. sp. (spyrogyrae Cienk.).
   a. Kriechendes Exemplar; v nichtcontraktile Vacuolen, N grünliche Nahrungskörper, wahrscheinlich aufgenommenes Chlorophyll. Vergr. ca. 900.
   b. Ein in Nahrungsaufnahme begriffenes Exemplar, saugt eine Spirogyrazelle aus, f der Inhalt der Zelle, der im Begriff ist, in die Vampyrella überzutreten; N dem Vampyrellakörper schon einverleibte Chlorophyllkörner. Vergr. ca. 180.
   c. Eine Verdauungscyste mit viergetheiltem Inhalt (Zellzustand nach Cienkowsky); einer der Sprösslinge im Heraustreten begriffen; z sogen. Zellhaut, N ausgeschiedne, unverdaute Nahrungsreste. Vergr. ca. 270.
   d. Aehnliche Cyste mit weiter herausgetretnem Sprössling. Vergr. ca. 270.
   e. Ruhezustand (mehrhüllige Cyste); z sogen. Zellhaut, c warzige Cystenhaut, N ausgeschiedne Nahrungsreste. Vergr. ca. 250.

12a—b. Vampyrella pendula Cienk.
   a. Ruhezustand (mehrhüllige Cyste), s sogen. Schleier (gallertige Hüllschicht?), z Zellhaut, st stielförmiger Fortsatz der Zellhaut, c Cystenhaut, N Nahrungsreste. Vergr. ca. 320.
   b. Verdauungscyste (Zellzustand nach Cienkowsky), st der starre Fadenstiel, s Schleier, N Nahrung. Vergr. ca. 320.

13a—b. Vampyrella gomphonematis Häck.
   a. Zwei Gomphonemazellen von einer Vampyrella überzogen, die in das Innere derselben einzudringen beginnt. Vergr. 350.
   b. Encystirtes Exemplar, in 4 Sprösslinge (Tetrasporen) zerfallen; z Cystenhülle, o Stielende der Gomphonema, auf welchem die Cyste aufsitzt und das in die Cystenwand eingebettet ist. Vergr. ca. 420.

14a—b. Myxastrum radians Häck.
   a. Eine kieselschalige Specialcyste (Spore), durch radiale Zerklüftung und nachträgliche Encystirung der Theilprodukte des Mutterorganismus hervorgegangen. Der Sarkodeinhalt (k) im Begriff auszuschlüpfen. c Specialcystenhülle (Sporenschale). Vergr. ca. 350.
   b. Der aus einer Specialcyste ausgeschlüpfte Sprössling, welcher auf seiner ganzen Oberfläche zahlreiche Pseudopodien entwickelt und dadurch eine dem Mutterorganismus sehr ähnliche Gestalt erlangt hat. Vergr. ca. 350.

Fig. 1 nach Gümbel, Abh. d. bair. Akad. X; Figg. 2—7 nach Carpenter, Introduction; Fig. 8 nach Carpenter, Ann. m. n. h. IV. 13; Figg. 9 u. 10 nach Nicholson, Journ. Linnean soc. Zoolog. Vol. XIV; Fig. 11a nach Hertwig u. Lesser, Arch. f. m. An. X, Supplem.; Figg. 11b—e u. 12 nach Cienkowsky, A. f mikr. An. I; Figg. 13—14 nach Häckel, Jenaische Zeitschr. IV.


1
2 a
3
4
b
5 b
2 b
a
a
a
b
6
7
d
o
b
c
a
d
5 a
8
c
sK
K
K'
b
st
sK
9
pf
10
il
l
11 c
z
N
11 a
V
N
V
V
11 e
z
c
N
N
11 d
N
z
11 b
f
N
12 a
st
N
s
z
c
12 b
N
s
st
13 a
13 b
z
o
14 b
14 a
c
K

Erklärung von Tafel XIV.

Fig.

1a—b. Nuclearia delicatula Cienk. (Heterophrys varians F. E. Schulze).

a. Ein nacktes, kriechendes Thier mit 4 sichtbaren Kernen (n) und einer Anzahl contractiler Vacuolen (cv) in der Randpartie, nebst 2 als Nahrung aufgenommenen Diatomeen (N). Vergr. 300.

b. Ein von einer Gallerthülle (g) umschlossnes Thier mit vielen dunklen Körnchen und einigen Nahrungskörpern. Vergr. 200.

2a—b. Nuclearia simplex Cienk.

a. Eine Cyste mit doppelter Hülle, z äussere, c innere Cystenhülle. N unverdaute Nahrungsreste, die vor Bildung der innern Specialcyste ausgestossen wurden.

b. Eine ähnliche Cyste, deren Inhalt sich jedoch vor der Bildung der Specialcyste viergetheilt hat.

3. Eine Kolonie der Monobia confluens Aim. Schneider. Vergr.?

4. Lithocolla globosa F. E. Schulze. Vergr. 400.

5. Elaeorhanis cincta Greeff. Mit vorzüglich aus Diatomeenschalen aufgebauter loser Hülle; o gelbe öltropfenartige Kugel. Vergr. ca. 520.

6a—b. Actinolophus pedunculatus F. E. Sch.

a. Gewöhnliches, nicht encystirtes Exemplar. n der excentrisch gelegene Kern; k das Centralkorn der Markmasse; p der Stiel. Vergr. ca. 270.

b. In Encystirung begriffnes Exemplar; z die Lage von Kieselplättchen, die sich auf der Gallerthülle bildet und die sich auch auf den Stiel fortsetzt. Kern (n) zu zweien vermehrt; p Stiel, in dem die zarten Fäden bis zu dem Protoplasmakörper des Thieres zu verfolgen sind. Vergr. ca. 480.

7a—d. Actinophrys sol. Ehrbg.

a. Ein Exemplar, das die vacuolisirte anschnliche Rindenschicht (R, Ectosark) und das feingranulirte Entosark (M) deutlich zeigt. Letztres umschliesst den central gelegnen Kern (n), bis zu dessen Oberfläche die Axenfäden (ax) der Pseudopodien zu verfolgen sind. cv die contractile Vacuole; N ein in einer ansehnlichen Nahrungsvacuole eingeschlossner Nahrungskörper. Vergr. ca. 800.

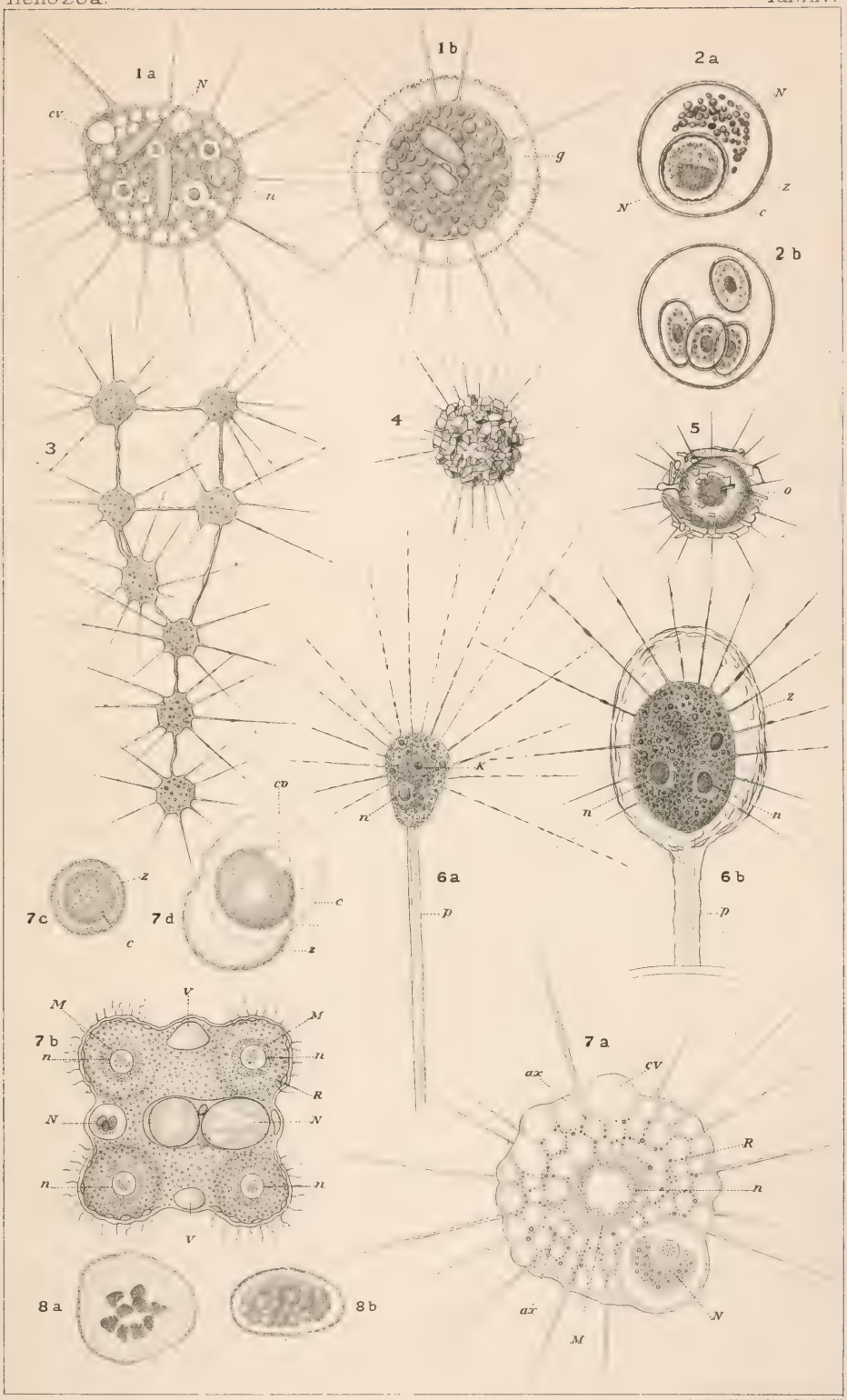
b. Eine Kolonie von 4 Individuen, nach Behandlung mit Essigsäure. R Ectosark, M Entosark, n Nuclei; N grössere und kleinere von Vacuolen umschlossne Nahrungskörper in den Verbindungsbrücken zwischen den Individuen; v, v ansehnliche Vacuolen.

c. Cyste von Actinophrys sol; z äussere Cystenhülle (sogen. Zellhaut Cienkowsky's); c innere Cystenhülle (sogen. Cystenhaut).

d. Eine aufgesprungne Cyste, aus der die junge Actinophrys hervortritt. Die sogen. Cystenhaut (c) umschliesst dieselbe noch, obgleich schon Pseudopodien entwickelt sind und auch die contractile Vacuole (cv) schon ihr Spiel begonnen hat.

8a—b. Zwei isolirte Kerne von Actinosphaerium Eichhorni Ehrbg. nach Behandlung mit Essigsäure (1 %).

Figg. 1, 4, 6 nach F. E. Schulze (Arch. f. mikr. A. X); Figg. 2 u. 8 Original; Fig. 3 nach Aim. Schneider (Arch. zoolog. expér. VII); Fig. 5 nach Greeff (A. f. m. A. XI); Fig. 7a nach Grenacher (Verh. d. physik.-med. Ges. Würzburg N. F. I.); Fig. 7b nach Stein (Die Infusionsthiere etc.); Fig. 7c u. d nach Cienkowsky (A. f. m. A. I).


1a
N
cv
n
1b
g
2a
N
z
N
c
2b
3
4
5
o
K
n
6a
p
z
n
n
6b
p
cv
z
7c
c
7d
c
z
M
V
M
7b
n
n
R
N
N
n
n
V
8a
8b
7a
ax
cv
R
n
ax
N
M

Erklärung von Tafel XV.

Fig.

1a—b. Actinosphaerium Eichhorni Ehrbg.

a. Ganzes Exemplar. M die Markmasse mit zahlreichen Kernen (n); R die Rindenschicht; cv die contractilen Vacuolen. Vergr. ca. 200.

b. Ein oberflächlicher Theil des Körpers im optischen Durchschnitt. R, die Rindenschicht mit ihren grösseren Vacuolen; M die äussere Region der Markschicht mit kleineren Vacuolen. In letztre bei n Kerne und bei ch Chlorophyllkörner eingelagert. ax die Axenfäden der Pseudopodien, die bis in die äusserste Region der Markmasse zu verfolgen sind.

c. Cyste mit zahlreichen kieselschaligen Keimkugeln; z deren Kieselhülle, n ihr Nucleus; g die Gallerthülle der Cyste.

2. Heterophrys marina H. u. L. Ganzes Thier mit der eigenthümlichen Hülle. M Markschicht, R Rindenschicht, n Nucleus. Vergr. ca. 660.

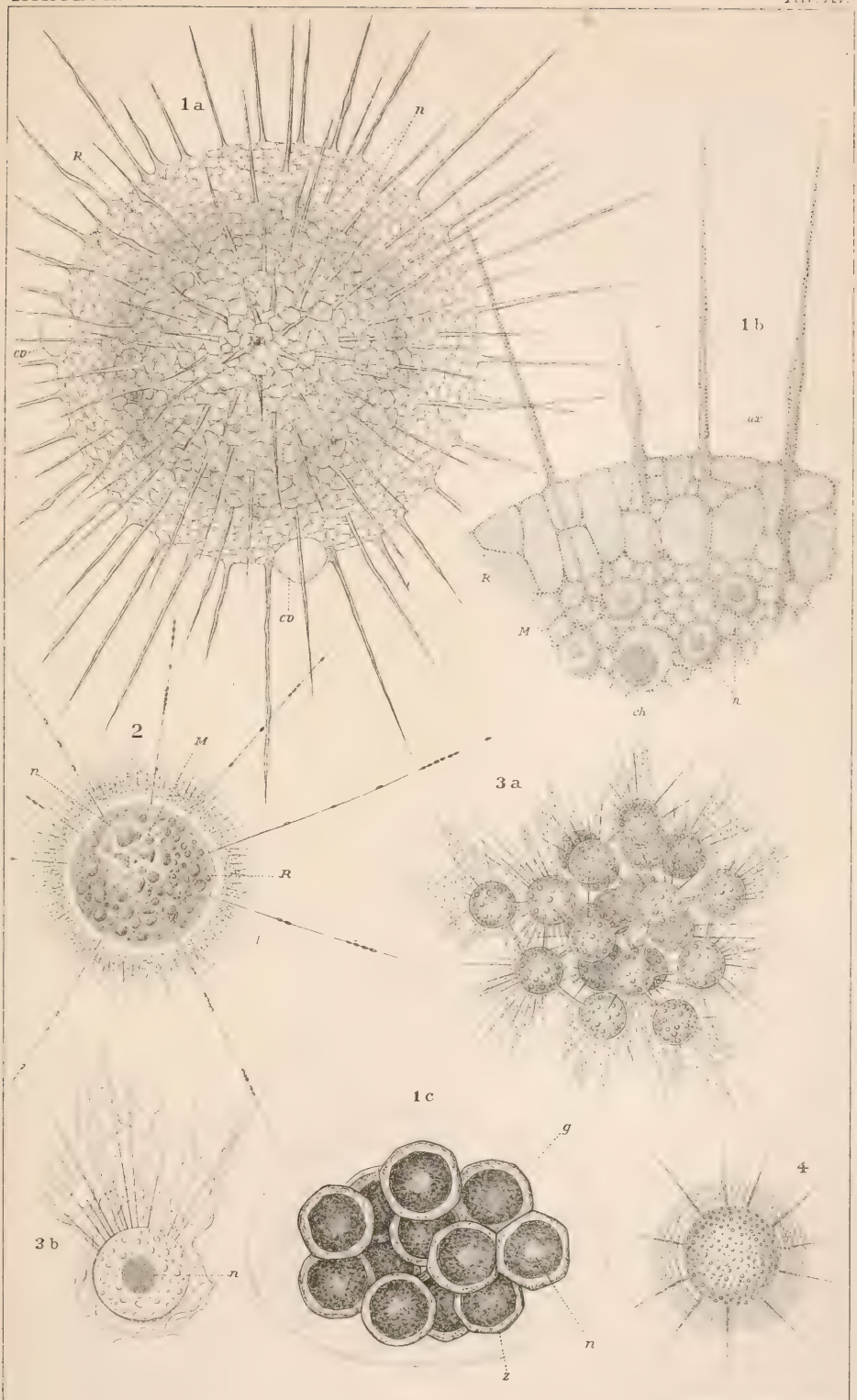
3a—b. Sphaerastrum conglobatum Greeff.

a. Kolonie zahlreicher Thiere. Vergr. ca. 220.

b. Ein einzelnes Individuum, um die eigenthümliche Beschaffenheit der Hülle besser zu zeigen. n Kern. Vergr. ca. 460.

4. Pompholyxophrys exigua H. u. L. Vergr. ca. 550.

Figg. 1a—b, 2 u. 4 nach Hertw. u. Lesser (A. f. m. A. X, Suppl.); Fig. 3 nach Greeff (A. f. m. A. X[1]); Fig. 1 c nach F. E. Schulze (A. f. m. A. X).


1a
n
R
cv
cv
1b
ax
K
M
ch
n
2
M
n
R
l
3a
1c
g
3b
n
n
z
4

Erklärung von Tafel XVI.

Fig.

1. Astrodisculus ruber Greeff. Mit grosser rother centraler Pigmentkugel (p) und zahlreichen rothen Pigmentkörnchen des Protoplasmas, die auch auf die Pseudopodien hinauswandern. g die homogen erscheinende Hülle von zweifelhafter Beschaffenheit. Vergr. 320.
2. Raphidiophrys pallida F. E. Sch. Thier mit von der Nadelhülle etwas zurückgezognem Protoplasmakörper. n excentrisch gelagerter Kern. k das Centralkorn in dem sich sämmtliche Axenfäden vereinigen; 4 contractile Vacuolen vorhanden (cv); N als Nahrung aufgenommene Diatomee, auf der entgegengesetzten Seite findet sich noch eine solche und ausserdem schliesst das peripherische Plasma zahlreiche Körner ein. Vergr. ca. 430.
3. Raphidiophrys elegans H. u. L. Kolonie von 8 Individuen mit gemeinsamer Skelethülle. n Nucleus. Die dunklen Körner im Protoplasma sind Chlorophyllkörner. Vergr. ca. 430.
4. Pinacocystis rubicunda H. u. L. Ein Thier mit zahlreichen braunen Pigmentkörnern; sk die aus zahlreichen runden Plättchen aufgebaute Skelethülle. R die Rinden-, M die Markschicht, n der Nucleus. Vergr. ca. 520.
5. Pinaciophora fluviatilis Greeff. Kieselgebilde der Skelethülle. a. die Kieselplättchen in ihrer natürlichen Zusammenlagerung am Rande der Schale, man bemerkt bei dieser Ansicht die sie durchsetzenden Porenkanäle; b. isolirtes derartiges Plättchen im optischen Durchschnitt, mit Porenkanälen (nach Greeff „von der Seite gesehen"). c. Einige Plättchen in der Flächenansicht in natürlicher Zusammenlagerung. Vergr. 800—1000.

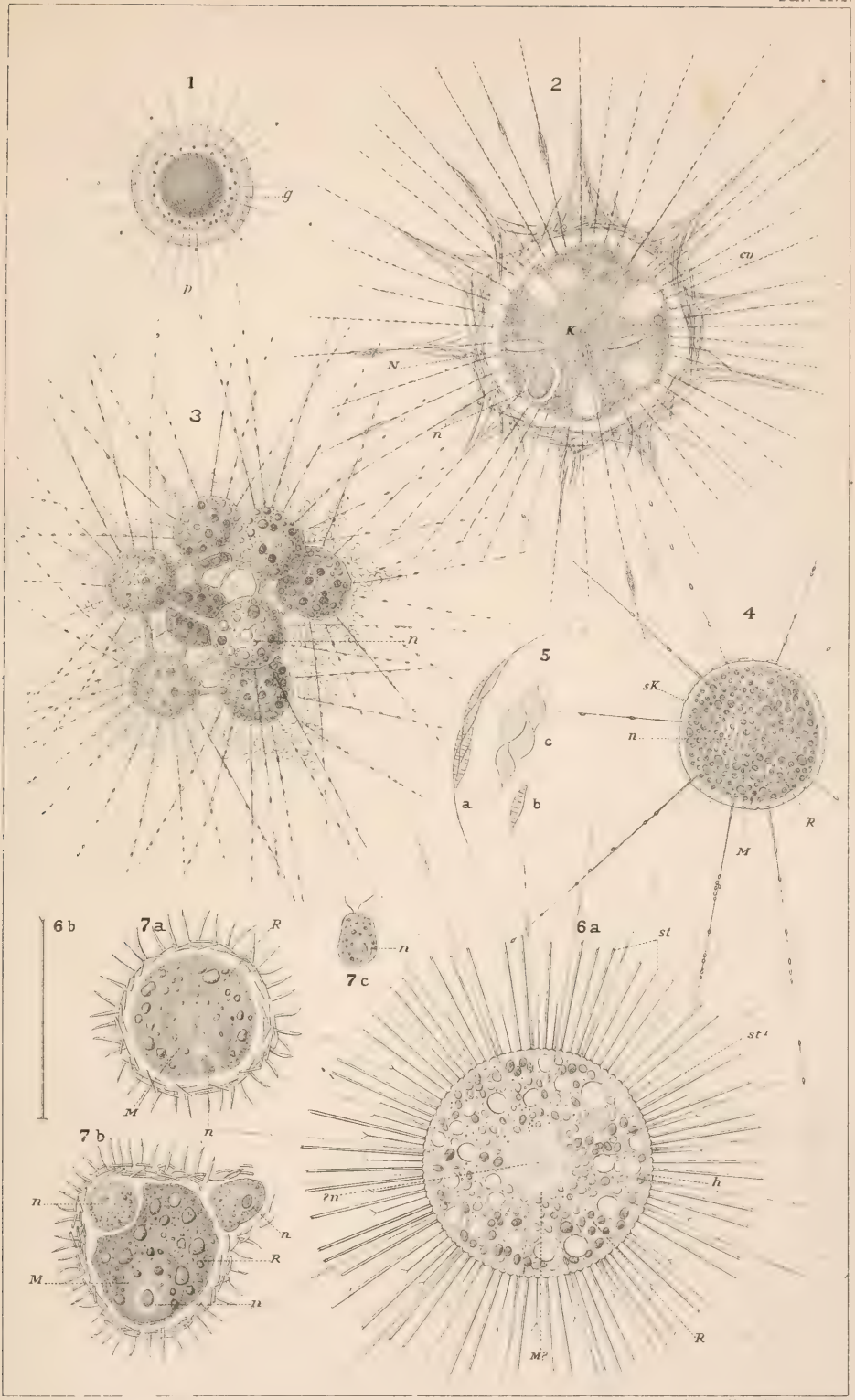
6a—b. Acanthocystis turfacea Cart. (nach Greeff).

a. Ganzes Thier, etwas comprimirt, der optische Durchschnitt gezeichnet. st lange und kurzgegabelte Skeletstacheln. st^1 kurze und tiefgegabelte Skeletstacheln; h äusserste feinkörnige Sarkodeschicht, die nach Greeff sich zwischen die Skelethülle und das eigentliche Ectosark (R) einschiebt. Dies letztere ist erfüllt von zahlreichen blassen und grünen Körnern, sowie Vacuolen und durchzogen von den Axenfäden der Pseudopodien. M? wahrscheinlich die Markmasse (das centralkapselartige Gebilde Greeff's), n wahrscheinlich der Nucleus, in dessen Centrum die Axenfäden nach Greeff sich vereinigen sollen. Ueber die wahrscheinliche Deutung dieser Greeff'schen Darstellung vergl. im Text das Nähere. Vergr. ca. 240.
b. Isolirter langer und kurzgegabelter Skeletstachel mit deutlichem Fussplättchen.

7a—c. Acanthocystis aculeata H. u. L. Vergr. ca. 760.

a. Exemplar nach Behandlung mit Osmiumsäure und Carmin; R die körnige Rindenschicht; M die feingranulirte Markmasse, excentrisch gelegen und bis an die Oberfläche des Thierkörpers heranragend. n der sehr excentrisch gelegene Nucleus. In der Markmasse treten die Axenfäden deutlich hervor, und vereinigen sich im Centrum mit einem Centralkorn.
b. Exemplar mit zwei Knospensprösslingen, von welchen der eine im Austreten aus der Skelethülle begriffen ist. n Nuclei.
c. Der Sprössling nach dem Austritt, hat durch Entwicklung zweier Geisseln eine Flagellatengestalt angenommen (n der Nucleus).

Fig. 1 nach Greeff (Arch. f. m. A. V); Fig. 2 nach Schulze (A. f. m. A. X); Figg. 3 u. 4 nach Hertwig u. Lesser (A. f. m. A. X, Suppl.); Figg. 5 u. 6 nach Greeff (A. f. m. A. XI); Fig. 7 nach R. Hertwig (Jenaische Zeitschr. XI).



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Erklärung von Tafel XVII.

Fig.

1a—f. Clathrulina elegans Cienk.

1 a. Ein ganzes Thier. Vergr. ca. 150—200.

1 b. Ein kleiner Theil der Wand der Gitterschale stärker vergrössert, um die Rinnen auf der Aussenseite der Netzbalken zu zeigen. Vergr. ca. 300.

1 c. Ein Exemplar mit zwei durch Theilung des Thierkörpers hervorgegangnen Cysten; z, deren Cystenhülle.

1 d. Ein Schwärmsprössling. n dessen Nucleus, cv contractile Vacuolen.

1 e. Eine Cyste mit feingestachelter Kieselhülle.

1 f. Eine jugendliche, noch nackte Clathrulina. N in Vacuolen eingeschlossner Nahrungskörper; cv, contractile Vacuole.

2. Hedriocystis pellucida Hertw. Ein Exemplar mit der Schale sk, dem Nucleus n und zwei contractilen Vacuolen cv.

3a—b. Thalassicolla (Thalassophysa Häck. 1881) pelagica Häck.

3 a. Ein lebendes Exemplar. ck die Centralkapsel mit zahlreichen peripherischen Oelkugeln und dem grossen Nucleus n (Binnenbläschen). In der Gallerte massenhafte Entwicklung von extrakapsulären Vacuolen alv (Alveolen), gz die gelben Zellen. Vergr. ca. 25.

3 b. Ein isolirter Nucleus (Binnenbläschen) mit blindsackförmigen Ausstülpungen bedeckt und einem wurmförmig gewundnen Nucleolus ncl.

4a—e. Thalassicolla nucleata Hxl.

4 a. Ein lebendes Exemplar bei schwacher Vergrösserung (ca. 3); ck die von schwarzem Pigment dicht umhüllte Centralkapsel; alv die Vacuolen (Alveolen) in zwei Zonen um die Centralkapsel gelagert, einer inneren, welche aus kleineren Vacuolen besteht und einer äusseren mit sehr ansehnlichen Vacuolen.

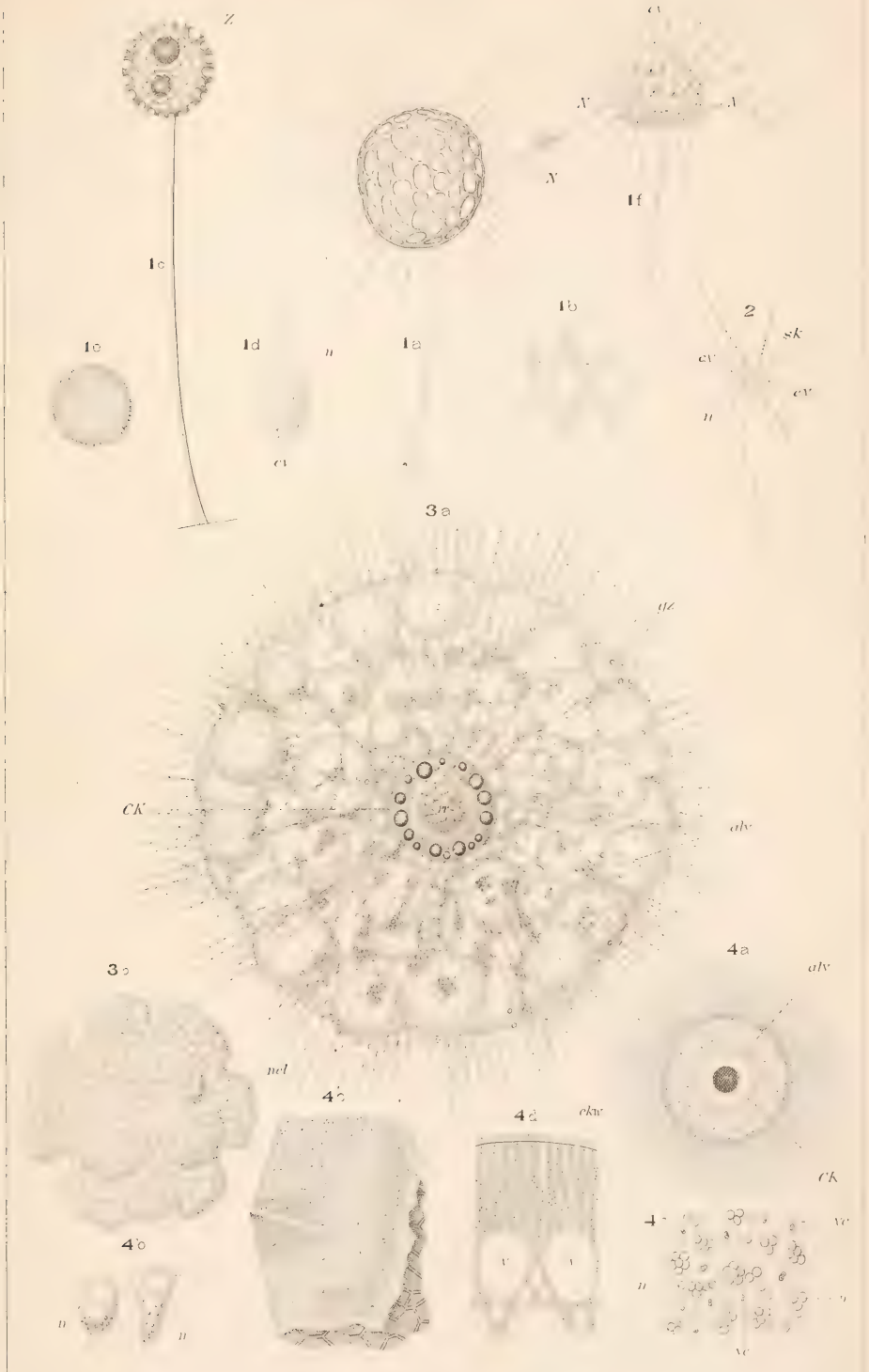
4 b. Ein reifer (links) und ein unreifer (rechts) Schwärmsprössling; n deren Zellkern.

4 c. Ein Stück der Centralkapselmembran; zeigt auf der Fläche deutlich die punktförmigen Poren, welche in polygonalen Feldern zusammengruppirt sind; an dem Umschlagsrand treten die Porenkanäle sehr deutlich als eine feine Strichelung des optischen Durchschnitts der Membran hervor.

4 d. Kleines peripherisches Stück eines radialen Durchschnitts einer Centralkapsel. Zeigt deutlich die Radiärstreifung des peripherischen Plasmas der Centralkapsel, das ansehnliche Eiweisskugeln einschliesst (v); ckw die Centralkapselwand mit den Porenkanälen.

4 e. Stück eines Querschnittes durch die Centralkapsel eines in Vorbereitung zur Fortpflanzung begriffenen Thiers; im Protoplasma zahlreiche Haufen von Kernen (n) und Eiweisskugeln, welche Concretionen einschliessen (vc).

Figg. 1a—b, 1e nach Greeff (Arch. f. mikr. Anat. V); Fig. 1 c nach Cienkowsky (Arch. f. m. A. III); Figg. 1 d. 1 f und 2 nach Hertwig und Lesser (Arch. f. m. A. X, Suppl.); Figg. 3 a, 4 c nach Häckel (Radiolarien): Figg. 4 a. 4 b, 4d—e nach R. Hertwig (Zur Hist. d. Radiolarien).


Z
1c
1e
1d
n
1a
1b
1f
N
2
sk
ev
3a
gz
CK
alv
4a
3b
nel
4c
4d
ckw
4b
n
4
ve

Erklärung von Tafel XVIII.

Fig.

1a—d. Von Thalassicolla nucleata Hx. (siehe auch vorhergehende Tafel).

1 a. Nucleus (Binnenbläschen) eines Exemplars, mit zahlreichen eigenthümlich beschaffenen Nucleoli (ncl). Kleine Kerne waren ausserdem im Centralkapselplasma enthalten.

1 b. Radialer Schnitt durch eine Centralkapsel. n der grosse Nucleus (Binnenbläschen), ncl dessen Nucleoli. Im Centralkapselplasma innen Eiweisskugeln ohne Concremente, nach aussen solche mit Concrementen (vc), hierauf die radiärstreifige peripherische Plasmaschicht.

1 c. Nucleus mit sehr zahlreichen kleinen Nucleoli, die wahrscheinlich durch successiven Zerfall des ursprünglichen Nucleolus hervorgegangen sind.

1 d. Inhalt der Centralkapsel einer Thalassicolla; darin zahlreiche Eiweisskugeln mit Concretionen und Krystalliten (vc), ferner Oelkugeln (oe), sowie kleine kuglige bis spindelförmige Bläschen (? Kerne). Vergr. ca. 300.

2. Thalassicolla sanguinolenta Hck. Ein durch Aufnahme von Coccolithen in die Gallerte deformirtes Exemplar; sogen. Myxobrachia pluteus Häckel's. ck die Centralkapsel mit dem Nucleus n; gf die armartigen Gallertfortsätze, in deren Endknöpfchen sich die Coccolithen angehäuft finden. Vergr. 6.

3. Kieselkörper von Thalassosphaera Morum J. M. sp. Vergr. ca. 400.

4. Eine Kieselnadel von Thalassosphaera (Thalassoxanthium Hck. 1881) bifurca Häck. Vergr. 350.

5. Ein kleines Randstück des Physematium Müllеri Schnd. ck die Membran der Centralkapsel, nach aussen davon die extrakapsuläre Sarkode mit gelben Zellen (gz) und Pseudopodien. Unter der Centralkapselwand Gruppen von je vier sogen. centripetalen Zellen (z), welche peripherisch je eine Oelkugel (oe) zwischen sich nehmen. Dazwischen im Protoplasma grosse Vacuolen (v) und wahrscheinlich auch Kerne. Vergr. ca. 400.

6a—p. Collozoum inerme J. M. sp.

6a—c. Verschiedne Formen von Kolonien in natürlicher Grösse.

6 d. Eine kleine Kolonie bei stärkerer Vergrösserung (ca. 25). ck die Centralkapseln mit der centralen Oelkugel; alv die Gallerte mit den extrakapsulären Vacuolen (Alveolen).

6 e. Eine junge Centralkapsel, n die Kerne.

6 f. Eine Centralkapsel mit grosser centraler Oelkugel (oe) und einem Kranz kleiner, um welche die Kernhaufen n rosettenförmig gruppirt sind. An jedem Kernhaufen liegt weiterhin ein Aggregat von Fettkörnchen.

6 g. Isolirte Kernhaufen dieses Stadiums.

6 h. Die Kerne der Haufen haben sich mit einem Antheil des Protoplasmas der Centralkapsel umhüllt und sind derart Zellhaufen entstanden, aus welchen die Schwärmer hervorgehen. gz gelbe Zellen.

6 i. Ein derartiger Zellhaufen isolirt. n die Zellkerne.

6 k. Centralkapsel mit zahlreichen Kernen und in Bildung begriffnen krystallinischen Stäbchen.

6 l. Centralkapsel, deren Plasma entsprechend der Kernzahl in Anlagen der Schwärmsprösslinge zerfallen ist, von welchen jede ein krystallinisches Stäbchen einschliesst. In Figg. 6 k und l die gelben Zellen gz angeblich in Zerfall (nach Hertwig).

6 m. Zwei Schwärmsprösslinge ohne Krystalle. Aus Centralkapseln wie Figg. 6 f und h hervorgegangen.

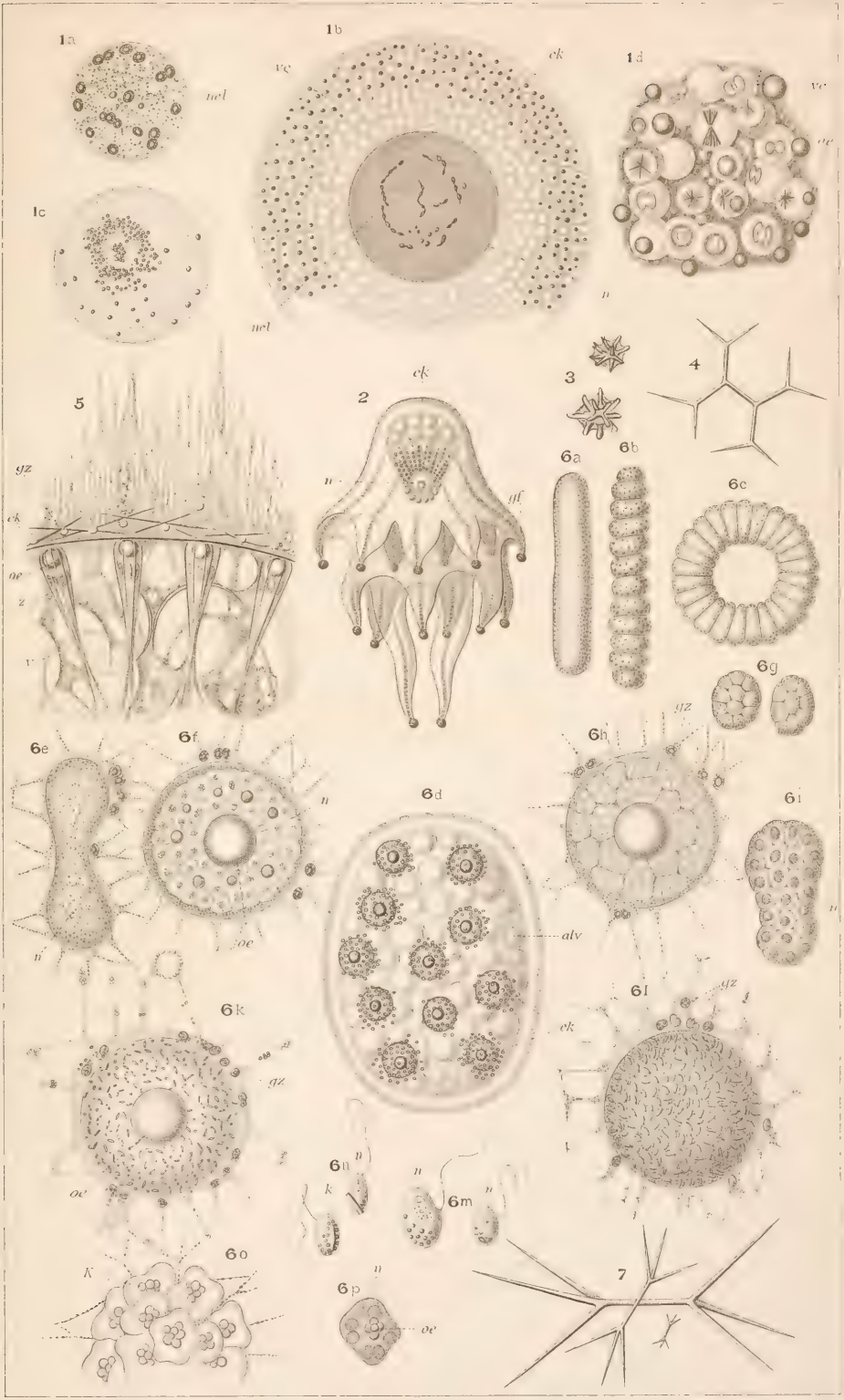
6 n. Zwei Schwärmsprösslinge mit je einem krystallinischen Stäbchen k aus Centralkapseln wie Figg. 6 k und l hervorgegangen.

6 o. Eine Centralkapsel mit sogen. extrakapsulären Körpern K in der extrakapsulären Sarkode, den Anlagen neuer Centralkapseln nach Stuart und Cienkowsky.

6 p. Ein solch extrakapsulärer Körper nach Behandlung mit Chromsäure. oe centraler Haufen von Oelkugeln, darum Kerne n.

7. Verschiedne Entwicklungszustände von Kieselnadeln des Sphaerozoum punctatum J. M.

Figg. 1a–c, 6e–p nach R. Hertwig (Zur Hist. d. Radiol.); Figg. 1d, 2, 4, 5, 6a—d nach Häckel (Monographie); Fig. 3 nach J. Müller (Abh. 1858); Fig. 6a oben und 6m rechts, sowie 7 nach K. Brandt (Monatsber. Berl. Akad. 1881).


1a
1b
1c
1d
2
3
4
5
6a
6b
6c
6d
6e
6f
6g
6h
6i
6k
6l
6m
6n
6o
6p
7
ck
vc
oe
n
gz
gf
alv
k
K

Erklärung von Tafel XIX.

Fig.

1. Zwei Kieselspicula von Sphaerozoum italicum Hck. Vergr. ca. 400.
2. Ein Spiculum von Sphaerozoum spinulosum J. M. Vergr. 300.
3. Randliche Partie einer Kolonie von Sphaerozoum neapolitanum Brandt. ck Centralkapseln, angeblich membranlos; alv extrakapsuläre Vacuolen; gz gelbe Zellen. Vergr. ca. 60.

4a—k. Kerne aus der Centralkapsel von Sphaerozoidenarten. a. homogener Kern, gewöhnliches Vorkommen. b. Kern bei Beginn der Bildung von Makro- und Mikrosporen. c—d. Theilungsstadien der homogenen Kerne von Sphaerozoum punctatum. e—k. differenzirte Kerne, wie sie sich im Verlaufe der Schwärmerentwicklung ausbilden. h—k. Theilungszustände derartiger Kerne. Vergr. 1000.

5a—d. Collosphaera Huxleyi J. M.

5a. Die Hälfte einer kugligen, lebenden Kolonie. Im Centrum eine grosse Vacuole (alv), von einem Protoplasmanetz umgeben, hierauf folgen in der Gallerte zunächst kleine jugendliche und nackte Centralkapseln, von welchen einige in Theilung begriffen sind und nach aussen erwachsene, ältere, von Kieselschale umhüllt (ck). Zahlreiche gelbe Zellen an den Pseudopodien. Vergr. ca. 50.

5b. Isolirte Centralkapsel von der Gitterschale umhüllt. Die Kapsel schliesst zahlreiche Krystalle und eine grosse centrale Oelkugel ein. Vergr. ca. 250.

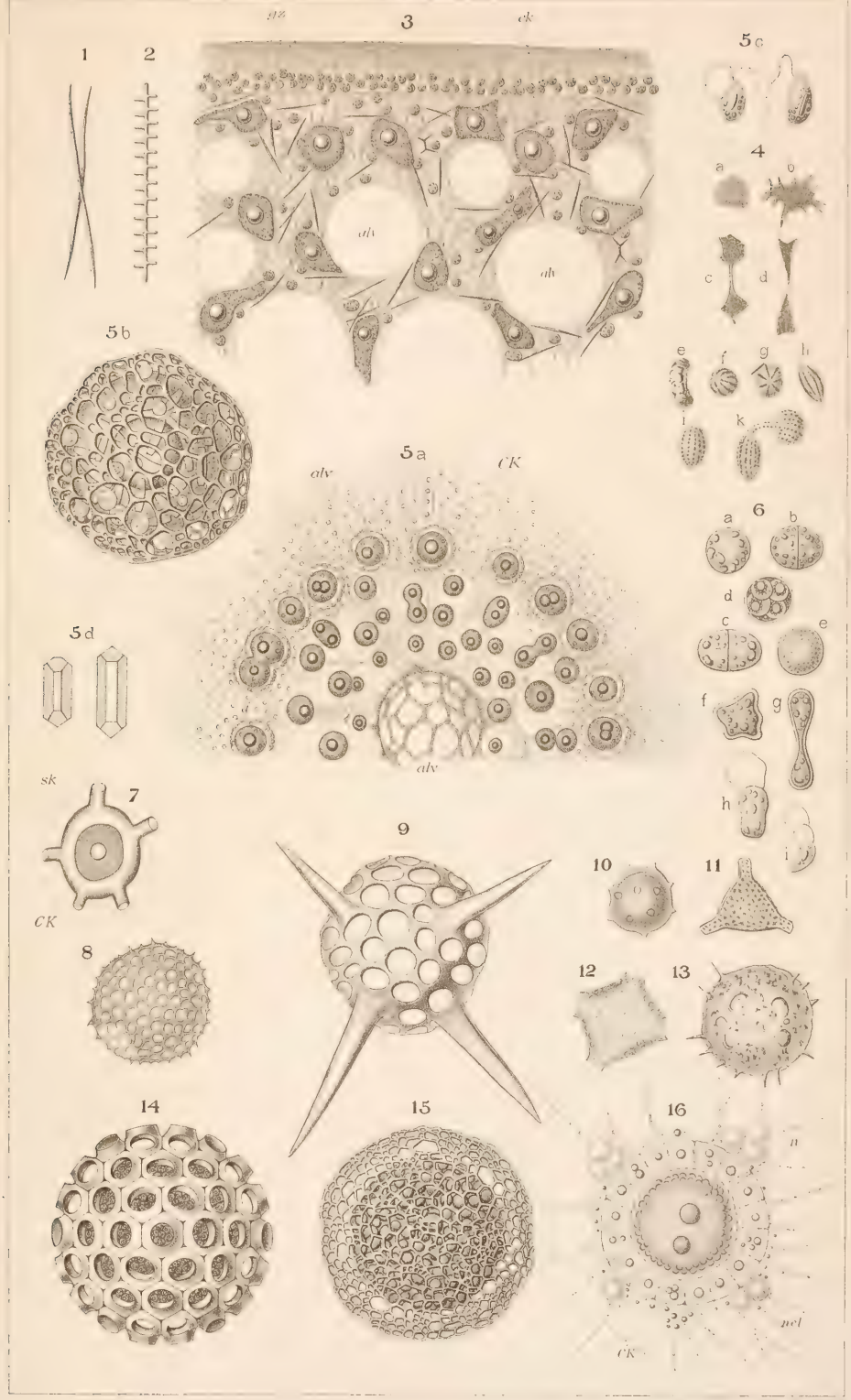
5c. Zwei Schwärmsprösslinge.

5d. Isolirte Krystalle aus der Centralkapsel.

6a—i. Gelbe Zellen verschiedner Radiolarien; a—c, e—g von Sphaerozoiden; a normale gelbe Zelle, b, c Theilungszustände solcher Zellen mit Bildung mittlerer Scheidewand, d viergetheilte Zelle; e veränderte gelbe Zelle nach K. Brandt; 6f amöboide gelbe Zelle aus der Gallerte abgestorbner Sphaerozoëen, der Körper ist von dicker Gallerthülle umgeben, welche durch Umbildung der Cellulosemembran entstanden ist; 6g eine derartige Zelle in Theilung; 6h und i zwei derartige Zellen, welche sich durch Ausschlüpfen aus ihrer Gallerthülle häuten, bei i wiederholt sich dieser Vorgang zum zweiten Mal (nach Cienkowsky). Vergr. ca. 4—500.

7. Siphonosphaera sp. Einzelne Centralkapsel ck mit der von geöffneten Röhrchen besetzten Schale sk.
8. Cenosphaera setosa Ehrb. Etwas zerbrochne Schale. (Philippinischer Ocean.) Vergr. 100.
9. Acanthosphaera (Cenosphaera) megapora Ehrb. (Barbados). Vergr. 100.
10. Magosphaera laevis Ehrb. Schale (Philipp. Ocean). Vergr. 100.
11. Trisolenia megalactis Ehrb. Schale (Philipp. Ocean). Vergr. 100.
12. Tetrasolenia quadrata Ehrb. Schale (Indischer Ocean). Vergr. 100.
13. Polysolenia setosa Ehrb. Schale (Philipp. Ocean). Vergr. 200.
14. Etmosphaera siphonosphaera H. Schale. Vergr. 300. (Mittelmeer.)
15. Cyrtidosphaera reticulata H. Schale. Vergr. 200. (Mittelmeer.)
16. Heliosphaera tenuissima H. Die Centralkapsel ck enthält einen sehr ansehnlichen Kern n mit zwei Nucleolen (ncl); das intrakapsuläre Plasma, in zahlreiche radiäre, keilförmige Partien gesondert, enthält Oelkügelchen.

Figg. 1. 2. 5a—b. 6d. 11 und 15 nach Häckel (Monographie); Figg. 3. 4. 6a—c und e—g nach K. Brandt (Monatsber. d. Berl. Akad. 1881); Figg. 5c links und 6h—i nach Cienkowsky (A. f. mikr. An. Bd. VII). Fig. 5d nach J. Müller (Abh. 1858); Fig. 7 nach Huxley (Ann. mag. n. h. [II] VIII); Figg. 8, 10—13 nach Ehrenberg (Abh. 1872) und Fig. 9 (Abh. 1875); Figg. 5c rechts und 16 nach R. Hertwig (Der Organismus der Radiolarien).


gz
3
ck
1
2
5c
4
a
b
c
d
alv
alv
5b
e
f
g
h
i
k
5a
alv
CK
6
a
b
d
c
e
5d
f
g
h
i
sk
7
9
CK
10
11
8
12
13
14
15
16
n
nel
CK

Erklärung von Tafel XX.

Fig.

1. Heliosphaera (Phormosphaera Hck. 1881) inermis H. Lebendes ganzes Thier, sk die Schale, ck die Centralkapsel und n der Nucleus (Binnenbläschen). Vergr. ca. 400. (Mittelmeer.)
2. Heliosphaera echinoides Hck. Schale, polare Ansicht. Vergr. ca. 400. (Mittelmeer.)
3. Raphidococcus acufer Hck. Schale. Vergr. 300. (Mittelmeer.)
4. Cladococcus cervicornis Hck. Etwas mehr wie die Hälfte eines lebenden Thiers mit zahlreichen ausgestreckten Pseudopodien. Die ansehnliche Centralkapsel (ck) umschliesst die Kieselgitterschale (sk) gänzlich und die centralen Abschnitte der verzweigten Radialstacheln zum Theil. Zahlreiche gelbe Zellen in der extrakapsulären Sarkode. Vergr. 160. (Mittelmeer.)

5a—c. Diplosphaera Hck. (Mittelmeer.)

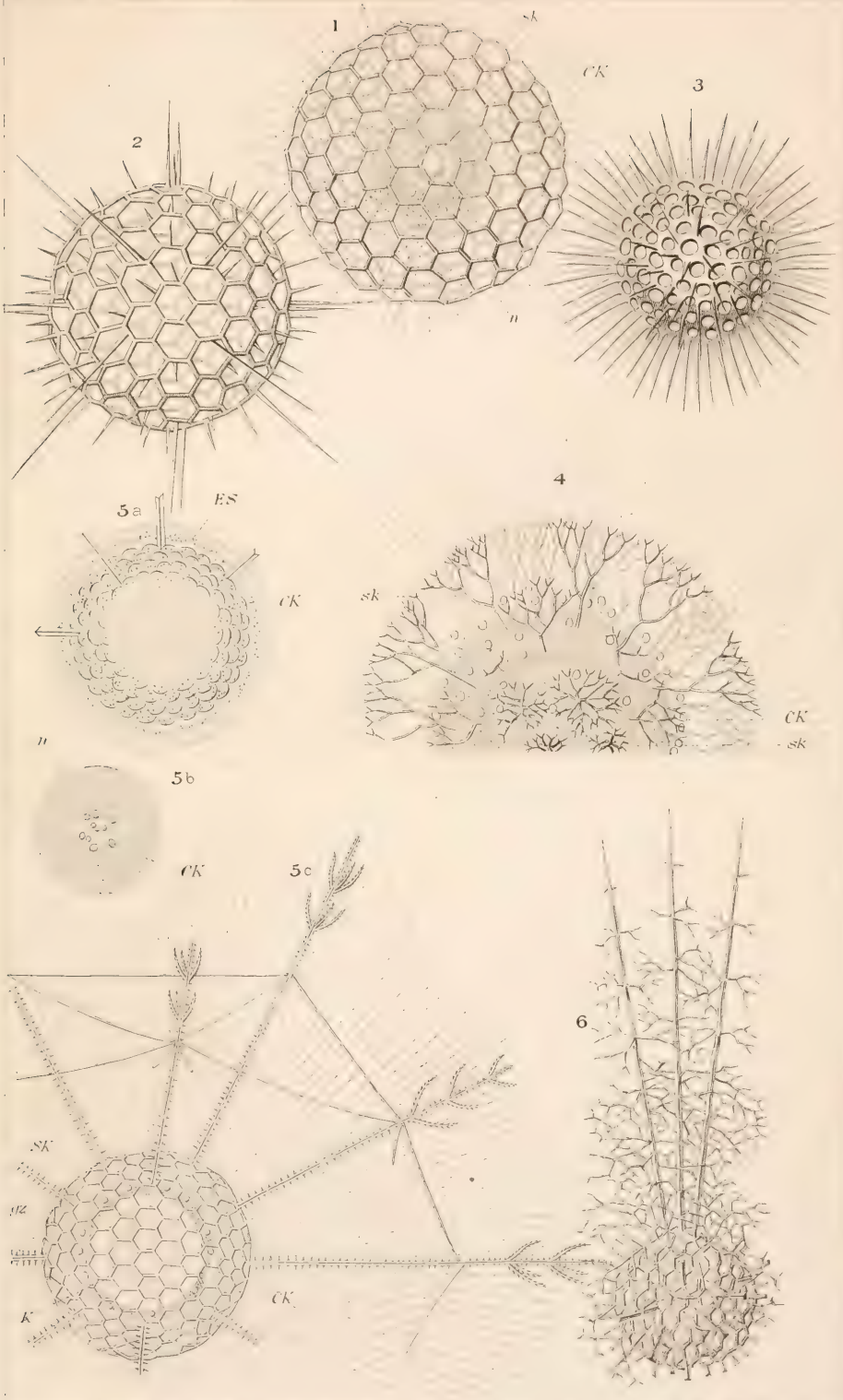
5a. Centralkapsel von Diplosphaera ? gracilis Häck. Dieselbe entwickelt zahlreiche blindsackartige Ausstülpungen, welche sich durch die Maschen der Gitterkugel hindurch drängen und dieselbe verdecken, so dass nur die Basalenden der Radiärstacheln sichtbar sind.

5b. Die isolirte Centralkapsel (ck) von Diplosphaera spinosa Hertw. mit ansehnlichem Nucleus n, welcher zahlreiche Nucleo'en einschliesst. Das intrakapsuläre Protoplasma radiär streifig differenzirt.

5c. Ganzes lebendes Thier von Diplosphaera spinosa Hertw., das Skelet jedoch nur z. Th. sichtbar. ck die Centralkapsel mit dem ansehnlichen Nucleus K und gelben Zellen in ihrem Umkreis. Sk die kuglige Gitterschale mit den radialen Stacheln, deren Enden mit quirlartig gestellten Seitenästchen besetzt sind und durch zarte Kieselfäden, welche sich zwischen den benachbarten Stacheln ausspannen, verbunden werden.

6. Arachnosphaera myriacantha H. Die Gitterkugel mit drei Radialstacheln in vollständiger Entwicklung. Die übrigen Stacheln dicht oberhalb ihrer Basis abgeschnitten. Vergr. 200. (Mittelmeer.)

Figg. 1—4. und 6 nach Häckel (Monographie); Figg. 5a—c nach Hertwig (Organ. der Radiolarien).


1
sk
CK
3
2
n
4
5a
ES
CK
sk
CK
sk
n
5b
CK
5c
6
SK
GZ
K
CK

Erklärung von Tafel XXI.

Fig.

1. Haliomma Erinaceus Hck. Ganzes Thier mit der Rindenschale sk' und der damit durch Radialstäbe verbundnen Markschale sk; letztere wird umschlossen von dem Kern (Binnenbläschen n) der Centralkapsel Ck. Im Plasma der letzteren einige Concretionen c.
2. Isolirte Centralkapsel Ck einer Haliomma sp., dieselbe umschliesst den ansehnlichen Kern n', daneben jedoch noch einige kleinere Kerne n; ersterer umhüllt die Markschale sk mit davon abgehenden Radialstäben.

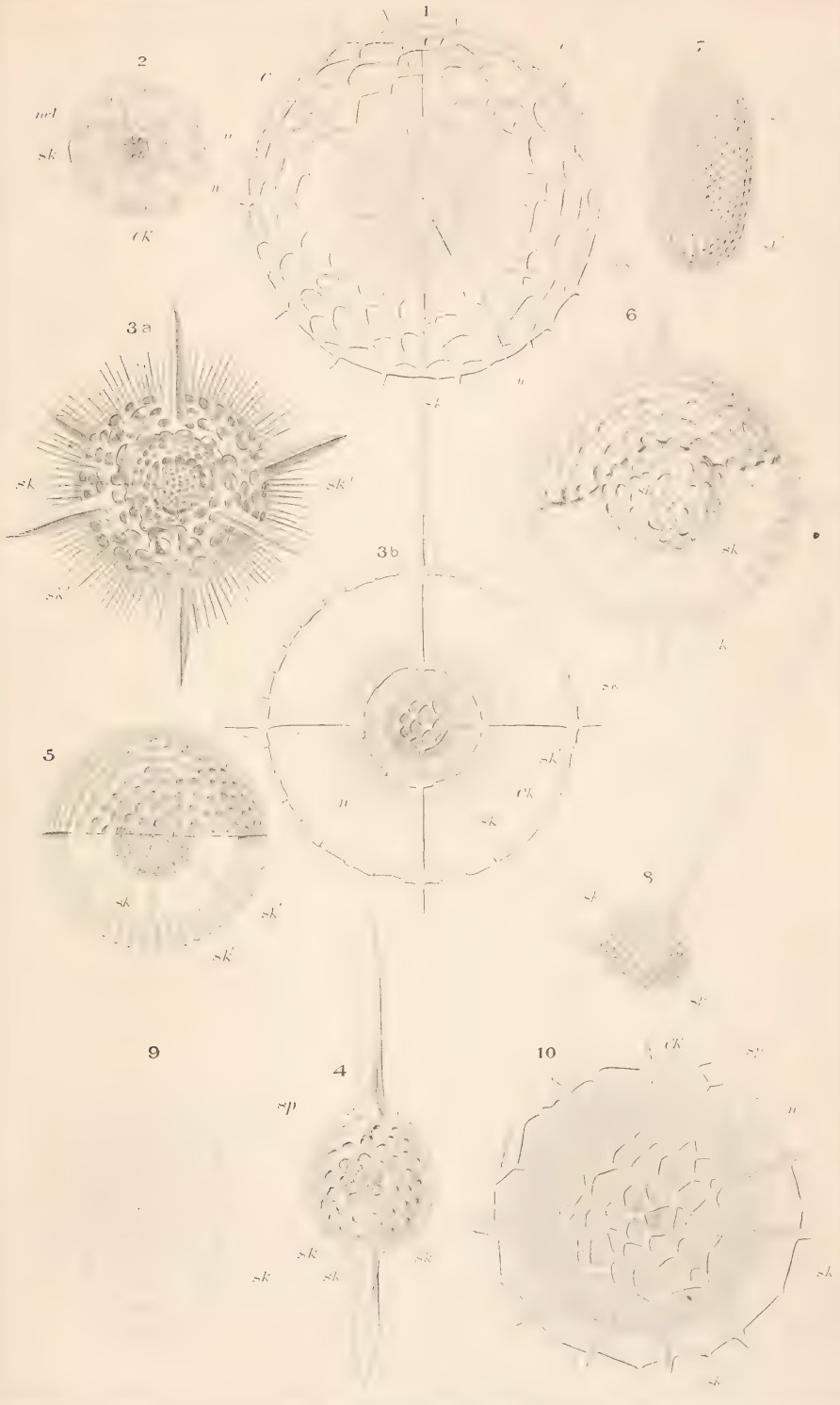
3a—b. Actinomma Asteracanthion Hck.

3a. Das Kieselskelet. Die Markschale sk ist durch theilweises Wegbrechen der ersten (sk') und zweiten Rindenschale (sk'') sichtbar gemacht. Sechs radiale Stäbe, welche sich über die zweite Rindenschale in ansehnliche Stacheln verlängern, stellen die Verbindung zwischen den drei concentrischen Gitterschalen her. Vergr. 260.

3b. Ganzes Thier im optischen Durchschnitt in der Ebne von vier Stacheln. sk'' die äussere Rindenschale, sk' die innere, welche von der Centralkapsel Ck umschlossen wird; sk die in dem Kern n eingeschlossne Markschale.

4. Stylosphaera (Amphistylus Hck. 1881) sulcata Ehrbg. — Kieselskelet. sk die Markschale, sk' die erste, sk'' die zweite Rindenschale. Barbados. Vergr. ca 250.
5. Actinomma (Rhodosphaera ? Hck. 1881) echinata Ehrbg. sp. sk die Markschale, sk' die erste, sk'' die zweite Rindenschale. Barbados. Vergr. ca. 130.
6. Actinomma (Stauracontium oder Hexadrymium Hck. 1881) Entactinia Ehrbg. sp. Skelet. Die zweite Rindenschale sk'' ist in der unteren Hälfte aufgebrochen, so dass die erste sk' sichtbar geworden ist und diese, auch z. Th. aufgebrochen, zeigt in sich die kleine Markschale sk. Barbados. Vergr. ca. 300.
7. Sogen. Haliomma ovatum Ehrbg. Skelet. sk die kleinere innere kuglige Schale, sk' die ungemein dicke äussere Schale. Zwischen beiden Schalen bleibt kaum ein Zwischenraum. Barbados. Vergr. ca. 300.
8. Sogen. Rhabdolithis Pipa Ehrbg. Bau ähnlich dem von Haliomma ovatum, doch Zwischenraum zwischen beiden Schalen grösser und deutlich von einer Anzahl Radialstäben durchsetzt. Barbados. Vergr. ca. 300.
9. Dictyoplegma spongiosum J. M. sp. Kieselskelet. sk' die Rindenschale, welche noch eine kleine Markschale einschliesst. Von der Oberfläche der Rindenschale entspringt eine spongiöse Umhüllungsmasse von Kieselfäden (sp). Vergr. ca. 180.
10. Rhizosphaera trigonacantha Hck. Lebendes Thier. sk' die Rindenschale, sk die Markschale; von ersterer entspringen zahlreiche Stachelfortsätze, die unregelmässig verzweigte Querästchen aussenden, welche sich zur Bildung einer schwammigen äussersten Schale (sp) vereinigen. Ck die Centralkapsel, welche die beiden inneren Schalen einschliesst und zahlreiche kleinere, sowie einen Rest des ursprünglichen Kernes enthält, eine Anzahl der kleineren Kerne (n) sind auch in die extrakapsuläre Sarkode eingedrungen.

Figg. 1, 2, 3b und 10 nach Hertwig (Der Organismus etc.); Fig. 3a nach Häckel (Monographie); Fig. 9 nach J. Müller (Abhandlungen 1858); Figg. 4—8 Originalia.


1
2
3a
3b
4
5
6
7
8
9
10
sk
sk'
sp
ck
n

Erklärung von Tafel XXII.

Fig.

1a—b. Spongosphaera streptacantha Hck.

1a. Kieselskelet (nicht ganz vollständig ausgezeichnet). sk' die Rindenschale, von der sehr ansehnliche Radialstacheln entspringen (auf der Figur kurz abgebrochen dargestellt) und welche eine kleine Markschale umschliesst. Die Basalabschnitte der Stacheln sind durch ein spongiöses Maschenwerk von Kieselfäden, das demnach die beiden inneren Kugelschalen völlig umhüllt, unter einander vereinigt. Vergr. ca. 200.

1b, Junges ganzes Thier. Die Markschale sk ist im Kern n eingeschlossen, die Rindenschale sk' dagegen in der Centralkapsel Ck; das spongiöse Kieselwerk zwischen den Radialstacheln ist erst in seinen Anfängen angelegt.

2a—b. Spongodictyum trigonizon Hck.

2a. Ganzes lebendes Thier. sk die kuglig abgerundete Oberfläche des spongiösen Kieselwerks, welches die drei inneren Kugelschalen umhüllt; Ck die rothe Centralkapsel, mit dem sie umhüllenden extrakapsulären Plasma, das zahlreiche gelbe Zellen enthält. Vergr. ca. 40—50.

2b. Die drei concentrischen Kieselgitterkugeln des Centrums des Skeletes (sk—sk''), durch Radialstäbe verbunden. Von der äusseren Schale entspringen zahlreiche Fortsätze, welche in das spongiöse Netzwerk übergehen, das die inneren drei Schalen allseitig umhüllt. Vergr. ca. 400.

3a—b. Heliodiscus Phacodiscus Hck. Kieselskelet.

3a. Ansicht der Schale von der Breitseite. sk'' die äussere abgeflachte Kieselschale, deren äquatorialer Rand in zahlreiche ansehnliche Stacheln allseitig auswächst; sk' die innere Gitterkugel.

3b. Ansicht von der Schmalseite auf den Aequator der äusseren abgeflachten Schale sk'', welche im optischen Durchschnitt gezeichnet ist; sk' die innere Kugel, von welcher sowohl in der Aequatorialebne, wie zu den abgeflachten Seitenflächen der äusseren Schale zahlreiche Radialstäbe entspringen, die die Verbindung der zwei Schalen herstellen. Mittelmeer. Vergr. ca. 240.

4. Heliodiscus Amphidiscus J. M. sp. Jugendzustand. Skelet. Die äussere linsenförmige Schale sk'' ist hier erst in Gestalt zweier unzusammenhängender Klappen angelegt, zum Beweis, dass dieselbe erst nachträglich, von den Radialstacheln der inneren Schale ausgehend, ihre Bildung nimmt. Mittelmeer.

5a—b. Heliodiscus (Astrosestrum Hck. 1881) contiguus Ehrbg. sp. Kieselskelet.

5a. Ansicht auf die Flachseite. sk die Markschale, sk' die innere und sk'' die äussere, linsenförmige Schale, von deren äquatorialem Rand eine Anzahl ansehnlicher Kieselstacheln entspringen.

5b. Ansicht auf den Aequatorialrand. Die äussere linsenförmige Rindenschale, im optischen Durchschnitt dargestellt, zeigt, dass ihr Zusammenhang mit der inneren Rindenschale nur durch eine Anzahl etwas verzweigter Stäbe die nach der mittleren Region der Flachseiten der Linsenschale laufen, hergestellt wird. sk die Markschale. Barbados. Vergr. ca. 300.

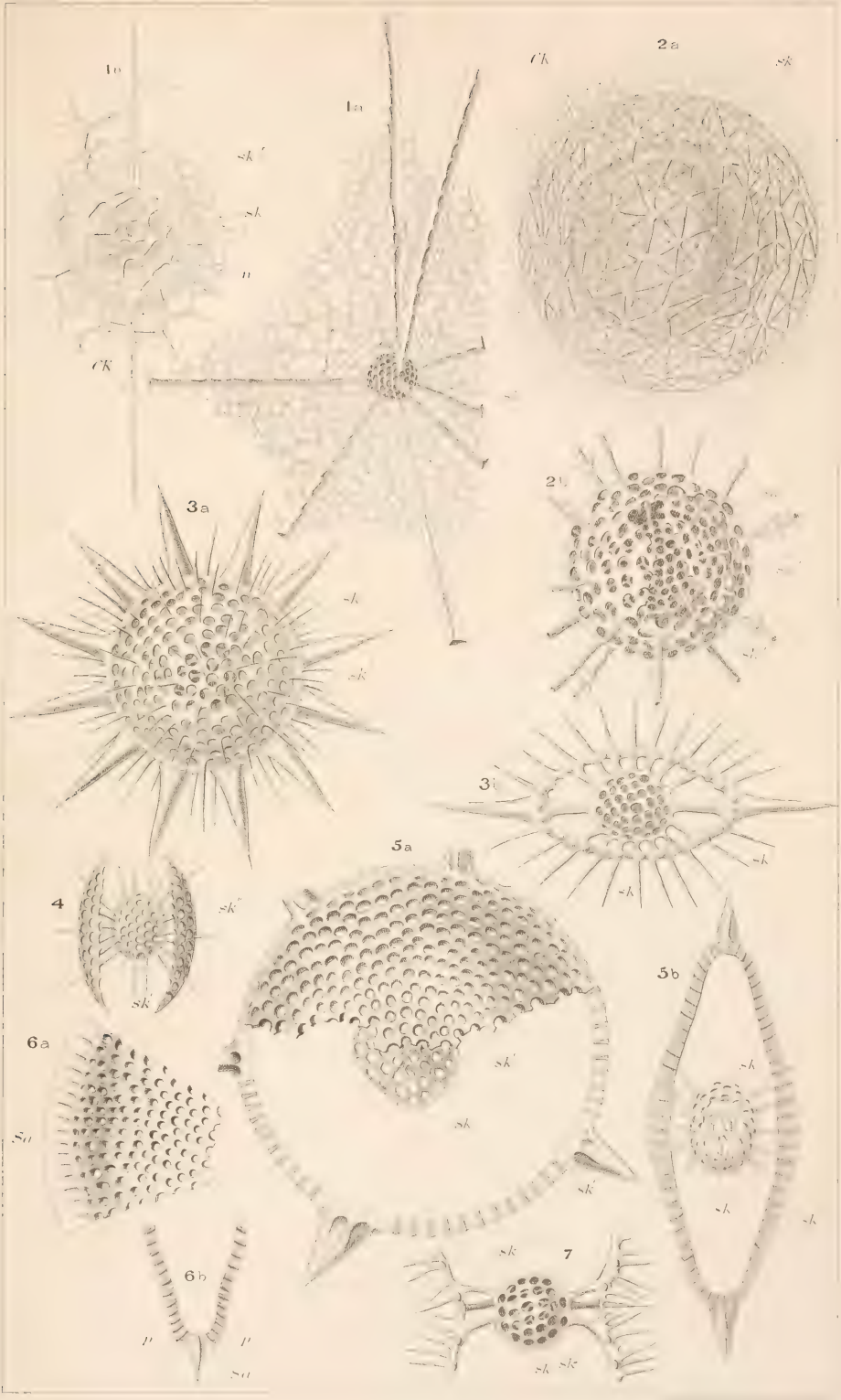
6a—b. Periphaena decora Ehrbg. Kieselskelet.

6a. Ein kleiner Theil des äquatorialen Randes in der Ansicht von der Flachseite, zeigt den äquatorialen Saum Sa deutlich.

6b. Ein Stückchen des äquatorialen Randes im optischen Durchschnitt. Sa der Saum, der sich zwischen zwei äquatorialen, ansehnlichen Porenreihen (p) erhebt. Barbados. Vergr. ca. 200.

7. Didymocyrtis Ceratospyris Hck. Der centrale Theil des Skelets. Zeigt deutlich die Markschale sk und die innere Rindenschale sk', während von der äusseren Rindenschale sk'' nur ein kleiner Theil im optischen Durchschnitt gezeichnet ist. Mittelmeer. Vergr. ca. 300.

Figg. 1a, 2a—b, 3 und 7 nach Häckel (Monographie); Fig. 1b nach Hertwig (Organismus d. Radiol.); Fig. 4 nach J. Müller (Abhandl. 1858); Figg. 5 und 6 Originalia.


1a
1b
ck
sk'
sk
n
2a
ck
sk
2b
sk'
3a
sk
sk'
3b
sk
sk'
4
sk'
sk'
5a
sk'
sk
sk'
5b
sk
sk
sk
6a
so
6b
n
n
so
sk
7
sk
sk'

Erklärung von Tafel XXIII.

Fig.

1. Didymocyrtis Ceratospyris Häck. Ganzes, lebendes Thier. Die äussere Rindenschale (sk″) sowie die Centralkapsel (Ck) sind deutlich sichtbar; zahlreiche gelbe Zellen (gz) in der extrakapsulären Sarkode vorhanden. Mittelmeer. Vergr. ca. 350.

2. Ommatospyris profunda Ehrbg. Kieselskelet. Eine innere Kugelschale, wahrscheinlich die erste Rindenschale sk′ und die äussere Rindenschale sk″ sind zu erkennen. Philipp. Ocean. Vergr. ca. 200.

3a—b. Echinosphaera Datura Hertw. Kieselskelet. 3a zeigt nur die Rindenschale sk′, in der sich zwei weite Löcher finden (l). 3b dasselbe Skelet um 90° gedreht, zeigt auch die Markschale sk deutlich. Mittelmeer.

4a—b. Tetrapyle octacantha J. M. Skelet eines jungen Thiers, in zwei um 90° gegen einander verwendeten Ansichten. sk die Markschale; sk′ die folgende Rindenschale, welche jederseits ein Paar grosse Löcher (l) aufweist. Die äusseren Ränder dieser Löcher erheben sich brückenartig (sk″) über den Löcherpaaren und verschmelzen bei erwachsenen Formen zu einer, je ein Löcherpaar überspannenden Brücke. Hierdurch entstehen in der Schale vier neue, jedoch um 90° gegen die früheren verlagerte Löcher, von deren peripherischen Rändern derselbe Process der Brückenbildung sich wiederholen kann. Mittelmeer.

5. Lithocyclia (Coccodiscus Hck.) Darwinii Hck. Etwas über die Hälfte eines Skelets in der Flächenansicht dargestellt. sk—sk″ der innere dreischalige, heliodiscus-ähnliche Kern, um welchen sich der aus den äquatorialen Abschnitten zahlreicher äusserer Kugelschalen bestehende Scheibentheil d herumlegt. Rechts ist die durchlöcherte Decke dieses Scheibentheils gezeichnet, links dagegen der optische Medianschnitt der Scheibe, welcher die Ringbalken und die sie verbindenden radiären Stäbe zeigt. Mittelmeer. Vergr. ca. 180.

6. Lithocyclia Ocellus Ehrbg. Skelet in der Ansicht auf den Scheibenrand; hauptsächlich der optische Durchschnitt gezeichnet, nur bei o ein kleines Stück der Oberfläche des Scheibenrandes ausgeführt. sk—sk″ der heliodiscus-artige Kern; d der Scheibentheil, auf dessen optischem Durchschnitt die einzelnen nur äquatorial ausgebildeten Kugelschalen deutlich hervortreten. Barbados. Vergr. ca. 250.

7. Lithocyclia Stella Ehrbg. Ein Theil der äusseren Peripherie des Scheibentheils in der Randansicht. Indem sich bei dieser Form die den beiden Scheibenflächen zugekehrten Theile der den Scheibentheil zusammensetzenden Kugelschalenpartien in ein feines Schwammwerk umbilden, finden sich nur zwei regelmässige Kämmerchenlagen (k) in der Aequatorialebne der Scheibe, beiderseitig umhüllt von einer dicken Lage Schwammwerk. Barbados.

8. Stylocyclia (= Stylocyclia + Amphicyclia Hck. 1881) dimidiata Ehrbg. Skelet in Flächenansicht, etwas zerbrochen. sk′ die innere, sk″ die äussere Rindenschale des heliodiscus-artigen Kernes, d die Scheibe, auf der Ehrenberg gar keine Poren zeichnet. Barbados. Vergr. ca. 150.

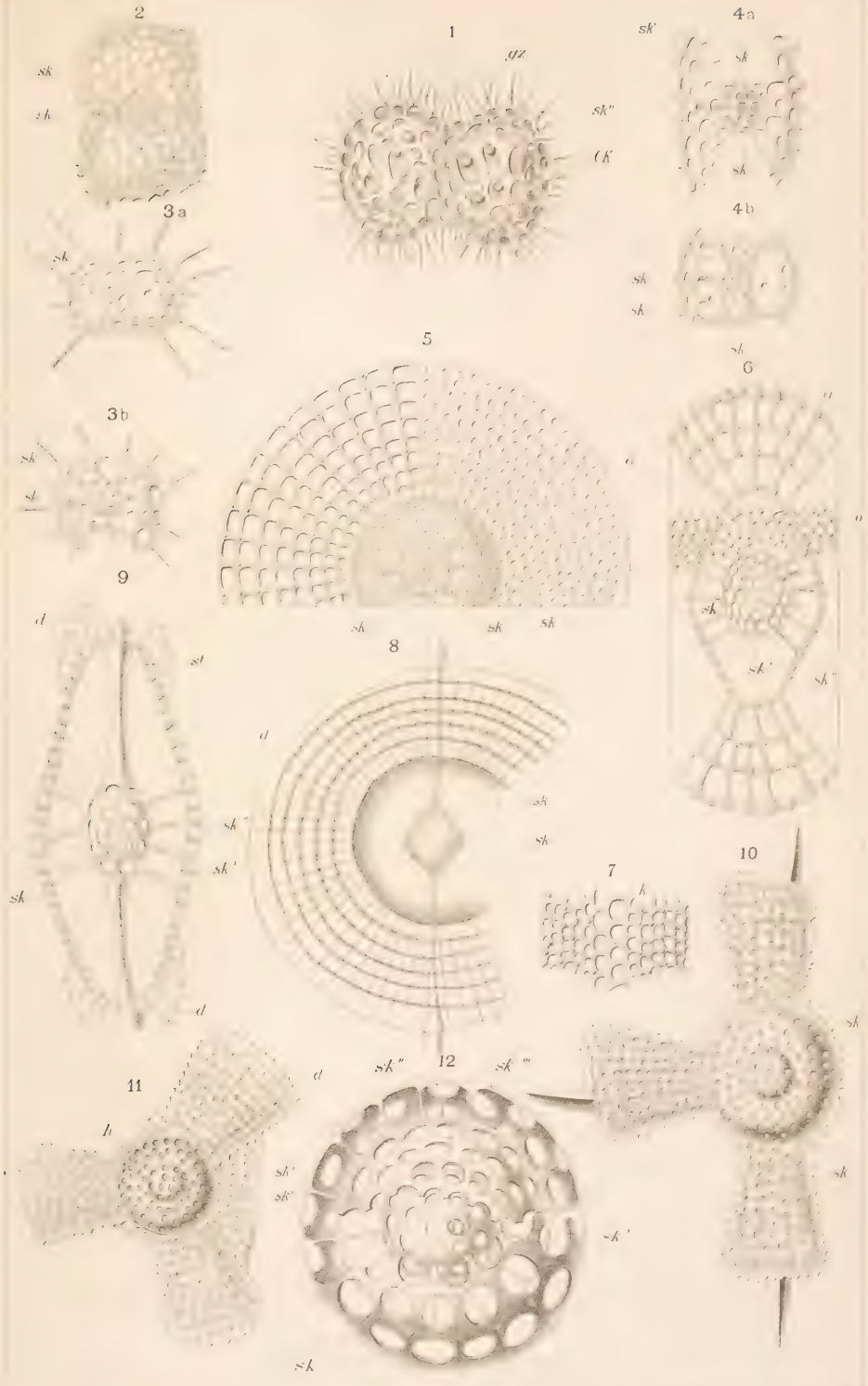
9. Stylocyclia sp.? Der Heliodiscus-artige Kern im optischen Radialschnitt, zeigt deutlich die drei Gitterschalen sk, sk′ und sk″, sowie die beiden ansehnlichen Aequatorialstacheln st, welche hier neben den zu den abgeplatteten Scheibenflächen tretenden Radialstäben noch entwickelt sind. Von dem Scheibentheil ist nur ein erster Ring entwickelt, derselbe war daher jedenfalls erst sehr unvollständig ausgebildet. Barbados. Vergr. ca. 600.

10. Actinomma Aristotelis Ehrbg. sk′, sk″ der heliodiscus-artige Kern, hierauf folgt die Scheibe, welche jedoch hier nur unvollständig, in Gestalt von vier kreuzförmig gestellten Armen entwickelt ist. Jedem derselben dient ein äquatorialer Stachel zur Stütze, der sich über den Aussenrand des Armes noch eine Strecke frei fortsetzt. Einer der Arme ist abgebrochen. Barbados. Vergr. ca. 160.

11. Hymeniastrum Pythagorae Ehrbg. Skelet in Flächenansicht. sk′ und sk″ der heliodiscus-artige Kern; die Scheibe ist nur in Gestalt dreier Arme entwickelt, deren Basen durch ein abweichend gebildetes Kammerwerk verbunden sind. Barbados. Vergr. ca. 140.

12. ? Caryosphaera (Hck. 1881) polysphaerica Btschli n. sp. Ein aus vier concentrischen Gitterschalen (sk—sk‴) zusammengesetztes Exemplar. Barbados. Vergr. ca. 350.

Figg. 1 und 5 nach Häckel (Monographie); Figg. 3 und 4 nach Hertwig (Organismus); Fig. 2 nach Ehrenberg (Abhandlungen 1872); Figg. 8, 10 und 11 nach Ehrenberg (Abhandlungen 1875); Figg. 6, 7, 9 und 12 Originalia.


1
2
3a
3b
4a
4b
5
6
7
8
9
10
11
12
gz
sk
sk'
sk''
sk'''
d
h

Erklärung von Tafel XXIV.

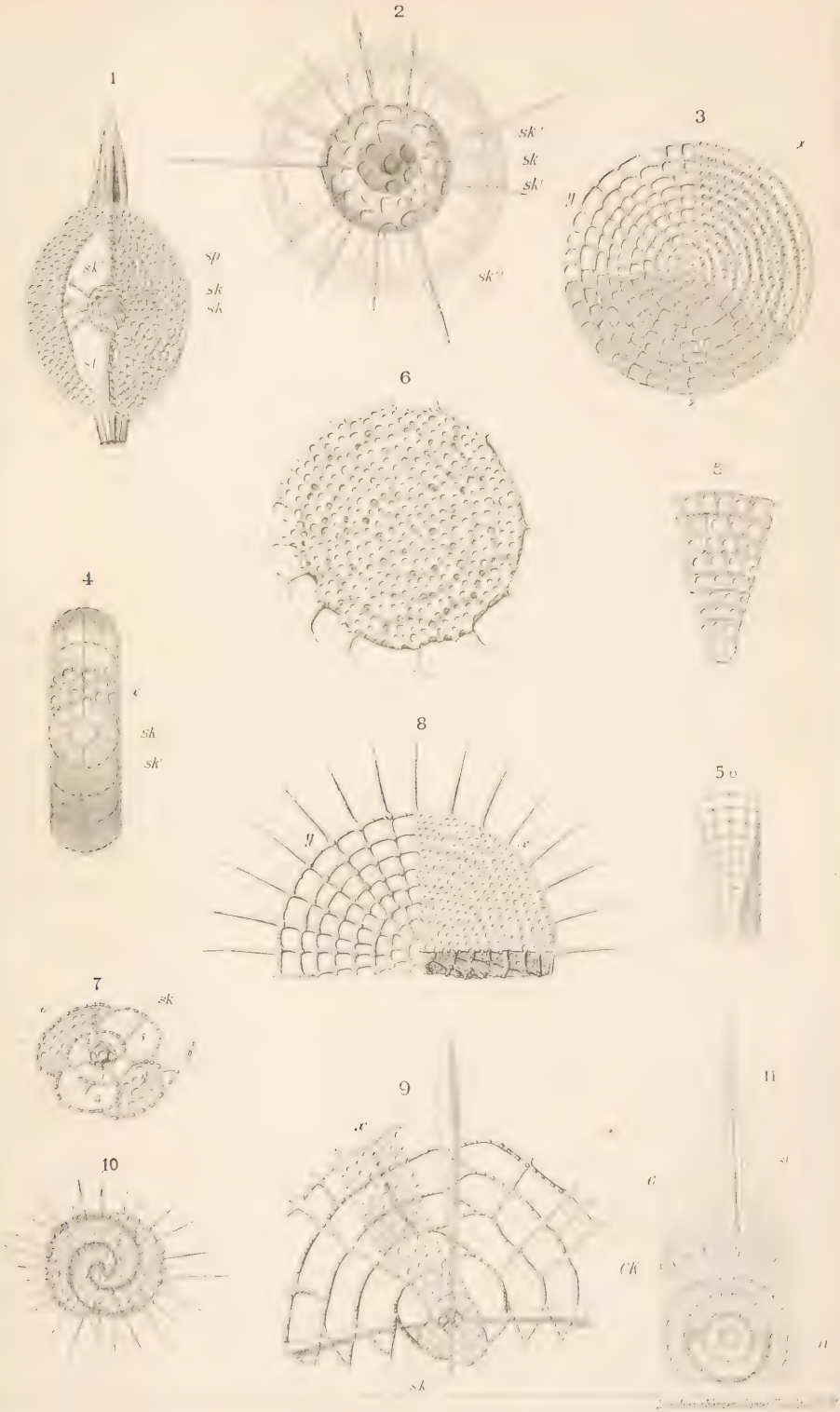
Fig.

1. Spongosphaera pachystyla Ehrbg. (? = Spongostylium Hck. 1881). Skelet im optischen Längsschnitt. sk, sk' und sk'' der an Heliodiscus erinnernde Kern, der sich äusserlich mit einer dichten Schwammhülle umkleidet (sp). Die Gestalt ist jedoch nicht linsenförmig wie bei Heliodiscus, sondern etwa citronenförmig. Barbados. Vergr. ca. 150.
2. Chilomma Saturnus Ehrbg. sk—sk'' die drei inneren concentrischen Gitterkugeln, sk''' wahrscheinlich eine äusserste vierte Schale (pallium nach Ehrenberg), welche jedoch nicht gegittert, sondern membranös, hyalin sein soll. Atlant. Ocean bei Grönland. Vergr. ca. 150.
3. Trematodiscus orbiculatus H. Skelet. Flächenansicht der Scheibe. Bei x in der natürlichen Verfassung; bei z ist die dem Beschauer zugewendete Scheibendecke weggenommen, so dass die concentrischen Ringbalken der Scheibe, sowie die abgewendete Scheibendecke deutlich hervortreten. Bei y sind beide Scheibendecken entfernt, so dass nur die Ringbalken mit den sie verbindenden Radialstäben erhalten sind. Mittelmeer. Vergr. ca. 180.
4. Trematodiscus concentricus Ehrbg. Skelet, randliche Ansicht. Nur ein kleiner Theil der Oberfläche des Randes ist bei x gezeichnet, sonst wesentlich der optische Radialschnitt der Scheibe. Das Centrum derselben wird von zwei sich concentrisch umfassenden Gitterkugeln gebildet; hierauf folgen die nur in der äquatorialen Zone ausgebildeten, unvollständigen Kugeln, welche die Scheibenringe darstellen und bei dieser Form nach der Scheibenperipherie kaum an Höhe zunehmen. Barbados. Vergr. ca. 380.

5a—b. Trematodiscus Häckelii n. sp. Btschli. Skelet. 5a ein kleiner Ausschnitt der Scheibe in der Flächenansicht. 5b die Scheibe in der randlichen Ansicht; nur der optische Radialschnitt ist genauer dargestellt und zeigt auch hier wahrscheinlich zwei centrale sich umfassende vollständige Gitterkugeln, sowie die unvollständigen Kugeln der Scheibe, welche nach der Peripherie an Höhe zunehmen, so dass die gesammte Scheibe dadurch beiderseitig sehr flach trichterförmig ausgehöhlt erscheint. Barbados. Vergr. von 5b ca. 270.

6. Discospira Operculina Hck. Skelet in der Flächenansicht; zeigt den spiraligen Verlauf der Ringbalken nach der Darstellung Häckel's. Mittelmeer. Vergr. ca. 200.
7. Perichlamydium spirale Ehrbg. Skelet. 7a, der innerste Theil der Scheibe in der Fläche, zeigt die innerste Kugel sk, und die Umlagerung derselben von nicht mehr vollständigen Ringen, sondern gegeneinander abgesetzten Ringtheilen. Der folgende Ring, welcher noch eine umfassende Kugel repräsentirt, ist aus zwei Theilen (1 und 2) zusammengesetzt; der hierauf folgende jedoch schon aus vier (3, 4, 5, 6) und ebenso die folgenden. In den Ringtheilen 4 und 6 ist die poröse sogen. Deckplatte eingezeichnet, die übrigen dagegen sind nur im opt. Durchschnitt dargestellt. Barbados. Vergr. ca. 300.
8. Stylodictya multispina Hck. Flächenansicht der Scheibe. Bei x sieht man die poröse Deckplatte der Scheibe; bei z ist dieselbe weggenommen, doch sieht man noch die untere Deckplatte, bei y ist auch diese entfernt, so dass nur die Ringbalken dargestellt sind. Mittelmeer. Vergr. ca. 200.
9. Sogen. Stylodictya (? = Staurodictya Hck. 1881) ocellata Ehrbg. Etwas unvollständige Flächenansicht der Hälfte eines Exemplars. Zeigt eine innerste Kugel sk, welche von einer zweiten, etwas unregelmässigen umschlossen wird; hierauf folgen die äquatorialen Kugeln, welche hier ungemein deutlich in je vier Abschnitte getheilt sind. Diese Abschnitte sind so geordnet, dass ihre Berührungszonen ein reguläres Kreuz bilden und durch jede dieser Zonen tritt ein sehr ansehnlicher, über den Scheibenrand stark vorspringender Stachel hindurch. Mit Ausnahme des Radius x ist nur der optische Durchschnitt mit der Anordnung der Ringbalken gezeichnet. Im Radius x ist die Deckplatte eingezeichnet. Barbados. Vergr. ca. 220.
10. Stylodictya setigera Ehrbg. Skelet. Ansicht von der Fläche, zeigt deutlich die doppelte Spirale, welche nach der Auffassung von Ehrenberg und Stöhr die Ringbalken der Scheibe beschreiben sollen, welche Auffassung jedoch wohl sicher irrthümlich ist und auf der Missdeutung einer der Fig. 9 entsprechenden Bauweise beruht. Barbados. Vergr. ca. 150.
11. Theil einer Stylodictya arachnia J. M. sp. mit den Weichtheilen; die Skelettheile sind fast unsichtbar geworden durch Einlegung des Präparats in Glycerin. Die Centralkapsel Ck reicht bis zum Rand der Skeletscheibe und schliesst diese daher fast völlig ein, sogar der ansehnliche Nucleus (n) umschliesst ausser der centralen Kugelschale noch die zweite und einen bedeutenden Theil der dritten. G die Gallerte, von zahlreichen Pseudopodien und einem Skeletstachel st durchsetzt; die übrigen Stacheln sind nicht angedeutet, da, wie gesagt, das Skelet grossentheils unsichtbar war. Mittelmeer.

Figg. 2 und 10 nach Ehrenberg (1872 und 1875 Abhandl.); Figg. 3, 6, 8 nach Häckel (Monographie); Figg. 1, 4, 5, 7 und 9 Originalia; Fig. 11 nach Hertwig (Organismus).


1
2
3
4
5
5 b
6
7
8
9
10
11
sk'
sk
sk'
sk''
sp
sk
sk
sk'
sk
sk
y
x
CK
G

Erklärung von Tafel XXV.

Fig.

1. Perichlamydium limbatum Ehrbg. Grössere Hälfte einer Scheibe in Flächenansicht; d' der diese Gattung auszeichnende äussere Saum. Vergr. ca. 260. Sicilianischer Tripel.

2. Rhopalastrum truncatum Hck. Skelet in Flächenansicht. Das Dritttheil y in natürlicher Beschaffenheit; im Dritttheil z dagegen ist die obere, im Dritttheil x sind die beiden Deckplatten der Scheibe entfernt. Vergr. ca. 200.

3. Euchitonia Virchowii Hck. Ganzes lebendes Thier. Die Centralkapsel, welche zahlreiche Oelkugeln enthält, umschliesst die centrale Scheibe sammt ihren drei Armen vollständig. h das zwischen den Armen sich ausbreitende Flechtwerk; sg die sogen. Sarkodegeissel. Mittelmeer. Vergr. ca. 175.

4a—d. Stephanastrum Rhombus Ehrbg. Skelet. 4a Flächenansicht; der untere Theil abgebrochen. Fig. 4b optischer Durchschnitt der Centralscheibe senkrecht zur Scheibenfläche; zeigt deutlich die Zusammensetzung der Scheibe aus innerster (sk) und zweiter (sk') vollständiger Gitterkugel, worauf noch zwei unvollständige Kugeln (sk'' und sk''') folgen. Hierauf erheben sich die Arme. — 4c zerbrochne Scheibe mit zwei erhaltnen Armbasen. Die Scheibe zeigt auch in der Flächenansicht die schon bei 4b geschilderte Zusammensetzung. Die Arme zeigen den eigenthümlichen Bau, dass sich von einer stachelartigen Mittelachse (st) allseitig zahlreiche Radiärstäbe erheben, welche einen äusseren porösen Mantel des Armes stützen. Fig. 4d Arm im optischen Querschnitt, zeigt deutlich die Achse st, sowie den Mantel und die zwischen beiden Theilen sich ausspannenden Radialstäbe. Barbados. Vergr. von 4a ca. 130.

5. Histiastrum quaternarium Ehrbg. Skelet. Flächenansicht. Unterer Arm abgebrochen. h das die Armbasen verbindende Kammerwerk. Barbados. Vergr. ca. 180.

6. Lithelius Alveolina Hck. Optischer Querschnitt, senkrecht zur Achse der angeblichen spiralen Aufrollung. sk die centrale Gitterkugelschale, von welcher die nach Häckel spiralige Gitterlamelle entspringt. Mittelmeer. Vergr. 180.

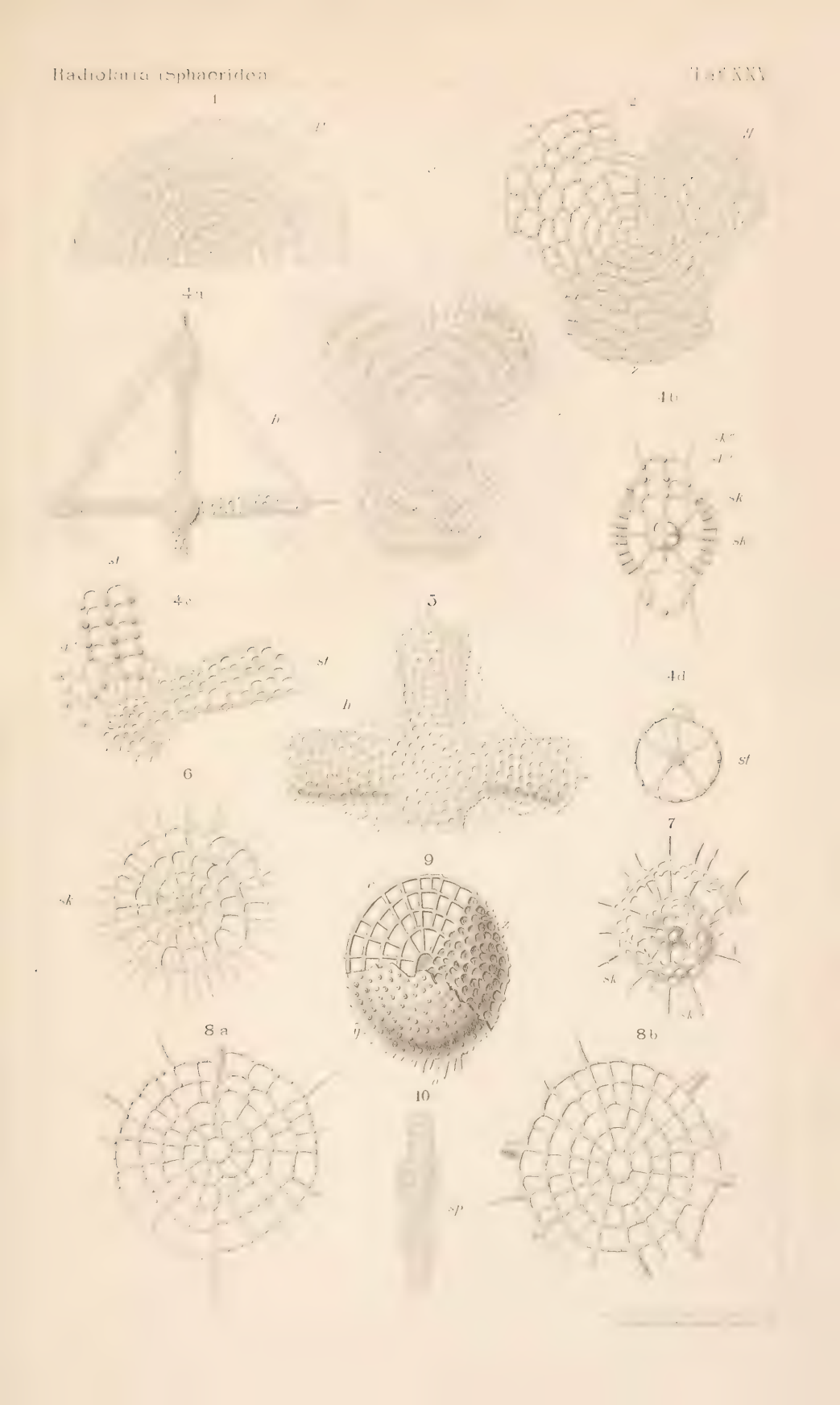
7. Lithelius primordialis Hertw. Skelet; sk die Gitterkugelschale, sk' die spiralige Gitterlamelle, welche von dieser ihren Ursprung nimmt. Mittelmeer.

8. Lithelius (Stylodictya Ehrbg.) Echinastrum Ehrbg. sp. Skelet. 8a optischer Durchschnitt in der Richtung, wo die eigenthümliche Zusammensetzung der sich umhüllenden Schalenlamellen am deutlichsten hervortritt. Die Zusammensetzung zeigt sich ganz entsprechend der schon bei gewissen Stylodictyen beobachteten, nur ist hier jede der sich umfassenden Kugelschalen nicht aus vier, sondern nur aus zwei Abschnitten zusammengesetzt. b dasselbe Skelet um 90° gedreht, wo sich sämmtliche Schalen durchaus concentrisch umfassen. Barbados. Vergr. ca. 300.

9. Ommatodiscus Häckelii Stöhr. Skelet. Bei x im optischen Medianschnitt, bei y die äussere Oberfläche (sogen. Deckplatte), bei z das innere Gerüstwerk nach Wegnahme der Deckplatte. o der durch stärkere Stachelbildung ausgezeichnete Pol. Nach eigenen Beobachtungen ähnlicher Formen von Barbados gehört diese Form nicht zu den Disciden, oder Monopylarien, sondern in die Nähe von Lithelius. Sicilien.

10. Ommatocampe Ehrbg. sp.? Skelet. sp das spongiöse Kieselnetz, welches die kleine Scheibe mit ihren zwei Armen äusserlich umhüllt. Barbados. Vergr. ca. 150.

Figg. 2, 3 und 6 nach Häckel (Monographie); Figg. 1 und 9 nach Stöhr (Palaeontographica 1880); Figg. 4a und 5 nach Ehrenberg (Abhandl. 1875); Figg. 4b—d. 8 und 10 Originalia; Fig. 7 nach Hertwig (Organismus).


1
4a
4b
4c
4d
5
6
7
8a
8b
9
10
sk
st
sp

Erklärung von Tafel XXVI.

Fig.

1a—b. ? Spongotrochus (Hck.) Ehrenbergi n. sp. Skelet. 1 a optischer Radialschnitt senkrecht zur Aequatorialebne des etwa dick-linsenförmigen Schwammkörpers; zeigt sehr deutlich die concentrische Umlagerung der zahlreichen Schalenlagen. 1 b Ansicht von der Fläche; bei y die Oberfläche dargestellt; bei x der optische Durchschnitt in der Aequatorialebne. der gleichfalls die concentrische Umfassung der Schalenlagen sehr deutlich zeigt. Barbados. Vergr. ca. 300.

2. ? Spongotrochus oder Spongolonche (Hck.) (Spongosphaera Ehrbg.) rhabdostyla Ehrbg. sp. Ansicht der Schmalseite des etwa dick-scheibenförmigen Schwammkörpers. Auch hier schimmert die concentrische Umfassung der zahlreichen Schalenlagen im optischen Schnitt sehr deutlich durch. Barbados. Vergr. ca. 800.

3. Stylospongia (Stylospongidium Hck. 1881) Huxleyi Hck. Ganzes, lebendes Thier. Man bemerkt sehr deutlich die trematodiscus-artige Scheibe und deren peripherische spongiöse Fortsetzung (sp). Die Centralkapsel schliesst fast das gesammte Skelet ein. Mittelmeer. Vergr. ca. 250.

4. Spongocyclia (Hck. 1861 = ? Perispongidium 1881) Charybdaea Hck. Ganzes, lebendes Thier mit sogen. Sarkodegeissel sg. Mittelmeer. Vergr. ca. 150.

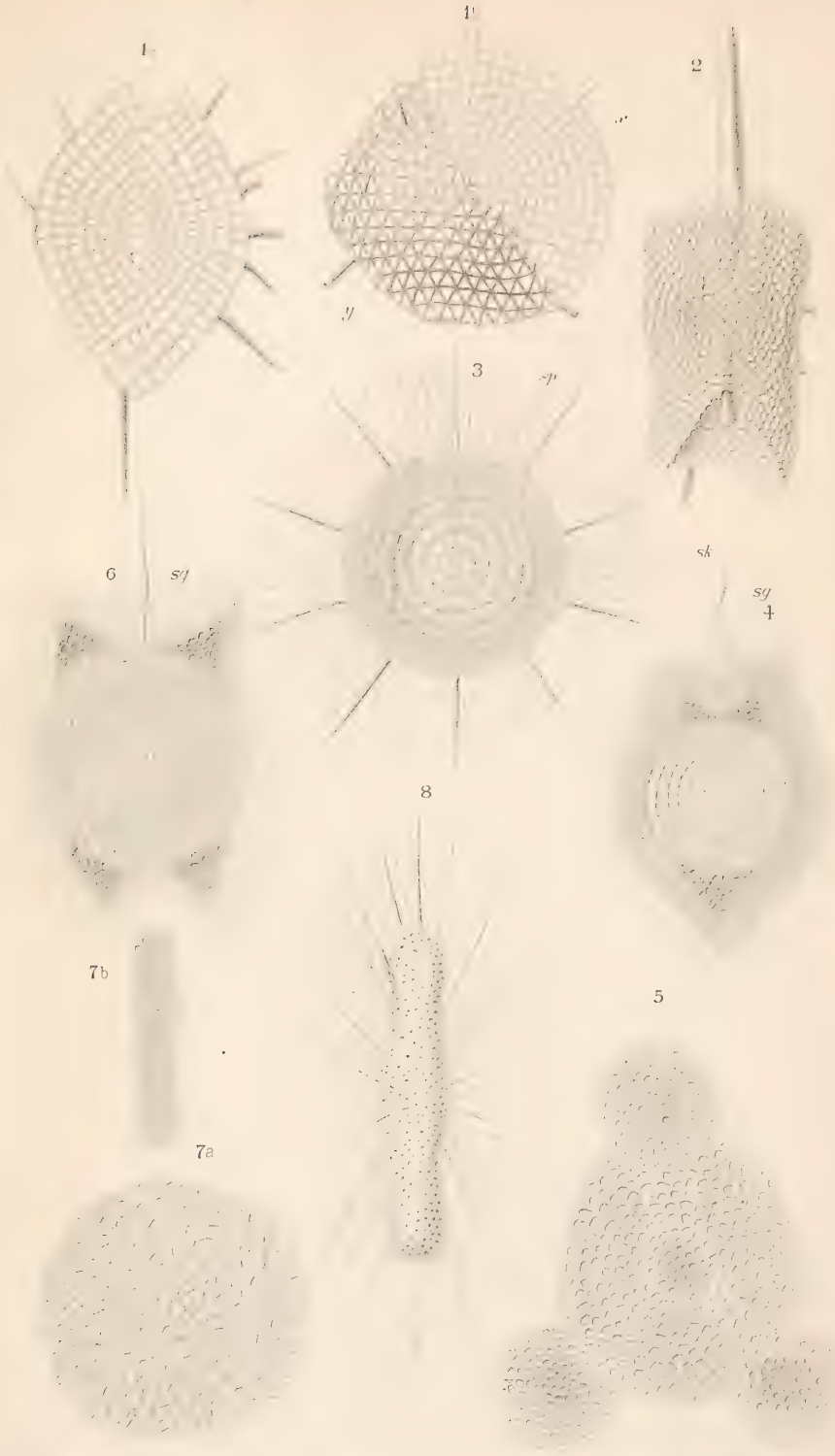
5. Stylactis Zittelii Stöhr. Skelet in Flächenansicht. Tripel von Grotte in Sicilien. Vergr. 180.

6. Spongasteriscus quadricornis Hck. Ganzes, lebendes Thier mit sogen. Sarkodegeissel (sg) in Flächenansicht. Mittelmeer. Vergr. ca. 180.

7. Spongodiscus mediterraneus Hck. 7a Skeletscheibe in Flächenansicht. 7b dieselbe in randlicher Ansicht. Mittelmeer. Vergr. ca. 400.

8. Spongurus cylindricus Hck. Ganzes, lebendes Thier. Mittelmeer. Vergr. ca. 220.

Figg. 1 und 2 Originalia; Figg. 3. 4. 6—8 Häckel (Monographie); Fig. 5 nach Stöhr (Palaeontographica 1880).


1
1b
2
3
sp
y
sk
sg
4
6
sg
8
7b
5
7a

Erklärung von Tafel XXVII.

Fig.

1. Rhopalodictyum abyssorum Ehrbg. Skelet. Flächenansicht. Philippin. Ocean. Vergr. ca. 200.
2. Dictyocoryne profunda Ehrbg. Flächenansicht des Skeletes. Philippin. Ocean. Vergr. ca. 100.
3. Ommatogramma (= ? Spongobrachium Hck. 1881) navicularis Ehrbg. Skelet. Californischer Ocean. Vergr. ca. 200.
4. Acanthometra elastica Hck. Ganzes, lebendes Thier. g die Gallerte, Ck die Centralkapsel. Man bemerkt die Axenfäden der Pseudopodien, welche bis zum Stachelkreuz im Centrum der Centralkapsel zu verfolgen sind. gc die Gallertcilien. Mittelmeer.

4a. Amphilonche belonoides Hck. Kern, dessen Nucleolus sich aus zwei differenten Substanzen zusammensetzt und an dem eine Einstülpung der Kernmembran hervortritt.

4b. Acanthometra serrata Hck. Aehnlicher Kern, wie in vorhergehender Figur abgebildet, jedoch ohne Zweifel weiter vorgeschrittnes Ausbildungsstadium.

4c. Acanthometra sp.? Kern. Wahrscheinlich hervorgegangen aus einem Zustand, wie 4b; Nucleolus verschwunden und die Einstülpung der Membran rückgebildet, dagegen die Kernwände sehr verdickt und gelappt, sowie mit zahlreichen Einlagerungen versehen.

5a—b. Acanthometra Claparedei Hck.

5a. Centralkapsel mit den centralen Theilen der Stacheln, die im Centrum der Kapsel zusammenstossen. n kleine Zellkerne; gz intrakapsuläre eigenthümliche gelbe Zellen.

5b. Centralkapsel mit umhüllender Gallerte (g), im Uebergang vom einkernigen in den mehrkernigen Zustand begriffen; n' grosse Kerne mit zahlreichen Nucleolen, n kleine Kerne, je mit einem Nucleolus. Mittelmeer.

6. Acanthometra (Untergatt. Phyllostaurus Hck.) cuspidata Hck. Ein isolirter Stachel. Vergr. ca. 250. Mittelmeer.
7. Amphilonche messanensis Hck. Ganzes, lebendes Thier. Mittelmeer. Vergr. ca. 200.

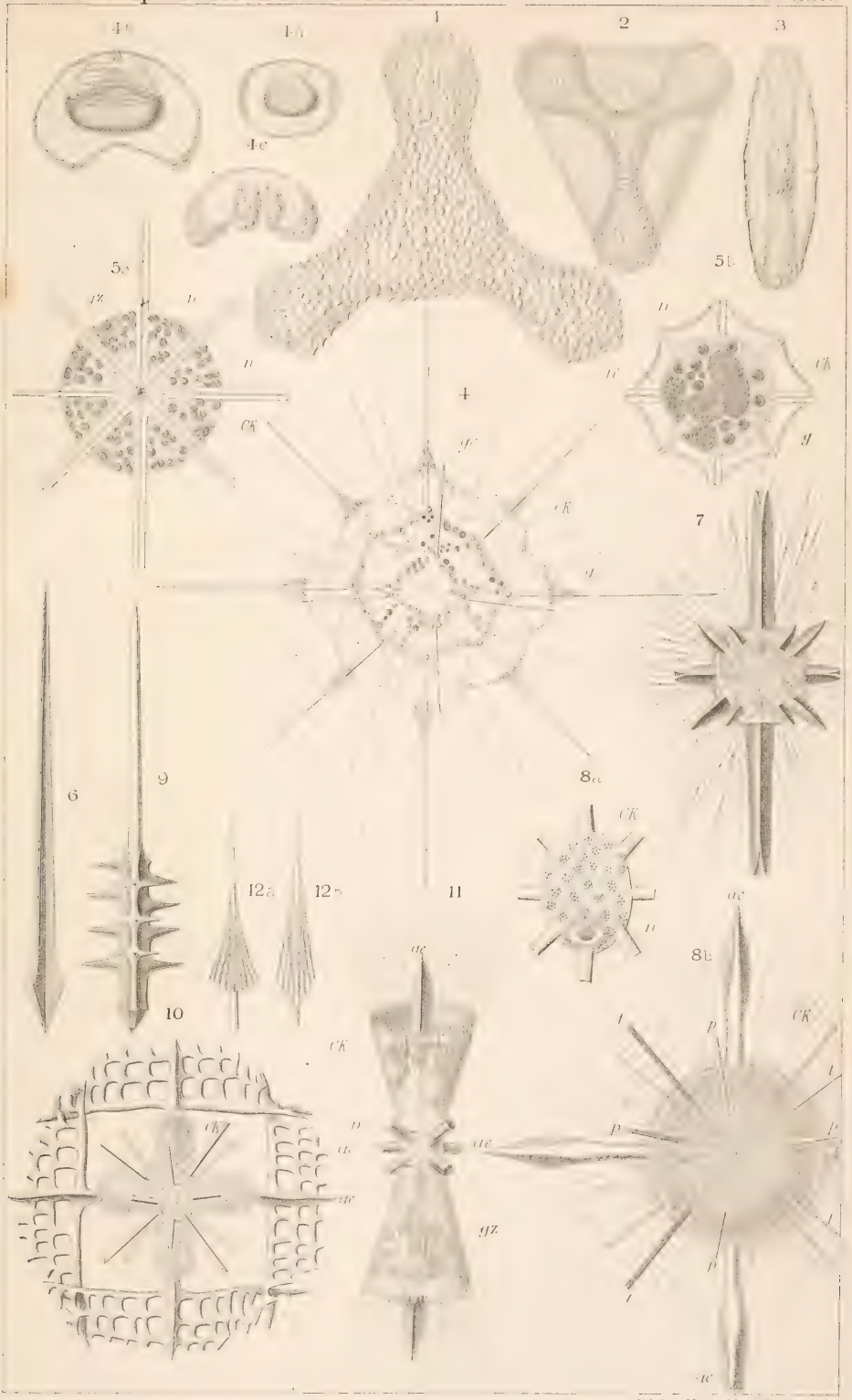
8a. Acanthostaurus sp.? Jugendliche Centralkapsel mit einem Kern n. Skeletstacheln abgebrochen. Mittelmeer.

8b. Acanthostaurus hastatus Hck. Ganzes, lebendes Thier. Polare Ansicht. ae Aequatorialstacheln, t die vier dem Beschauer zugewendeten Tropenstacheln, p die vier entsprechenden Polstacheln. Vergr. ca. 450. Mittelmeer.

9. Xiphacantha serrata Hck. Isolirter Stachel. Vergr. ca. 250.
10. Lithoptera Mülleri Hck. Ganzes, todtes Thier, mit den vier eigenthümlichen, gitterförmig geflügelten Aequatorialstacheln (ae). Ck die Centralkapsel. Mittelmeer. Vergr. ca. 150.
11. Diploconus Fasces Hck. Ganzes, lebendes Thier. Polare Ansicht. ae die Aequatorialstacheln, von welchen zwei sehr verlängert und von den durch Verwachsung der Tropenstacheln entstandenen zwei kegelförmigen gestreiften Scheiden umgeben sind. p die kurzen Polarstacheln. Mittelmeer. Vergr. ca. 300.

12a und b. Acanthochiasma rubescens Hck. Eine Stachelspitze mit der sich um sie erhebenden contractilen Membran (entsprechend den Gallertcilien der übrigen Acanthometreen); a dieselbe im contrahirten, b im ausgedehnten Zustand.

Figg. 1—3 nach Ehrenberg (Abhandl. 1872); Figg. 4, 5, 8a und 12 nach Hertwig (Organismus); Figg. 6, 7, 8b, 9—11 nach Häckel (Monographie).



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Erklärung von Tafel XXVIII.

Fig.

1. Litholophus Rhipidium Hck. Ganzes, todtes Thier. g Gallerte, Ck, Centralkapsel. Mittelmeer. Vergr. ca. 260.
2. Astrolithium dicopum H. Skelet isolirt; zeigt deutlich die Verschmelzung der 20 Stacheln im Centrum. Vergr. ca. 260.
3. Acanthochiasma rubescens Hck. Kleines Stück der Oberfläche der Gallerte; in der Mitte tritt eine Stachelspitze st hervor; stf die feinen, in polygonalen Figuren verlaufenden Stützfasern der Gallerte, durch welche die Pseudopodien hindurchtreten. Man bemerkt weiterhin das feine Protoplasmanetz der Gallertoberfläche.
4. Acanthochiasma fusiforme Hck. Ganzes Thier, todt. Ck Centralkapsel; g Gallerte. Mittelmeer. Vergr. ca. 200.

5a—b. Dorataspis loricata Hck.

5a. Ganzes, lebendes Thier. Ck, Centralkapsel. Mittelmeer. Vergr. ca. 200.

5b. Ein isolirter Stachel. Vergr. ca. 300.

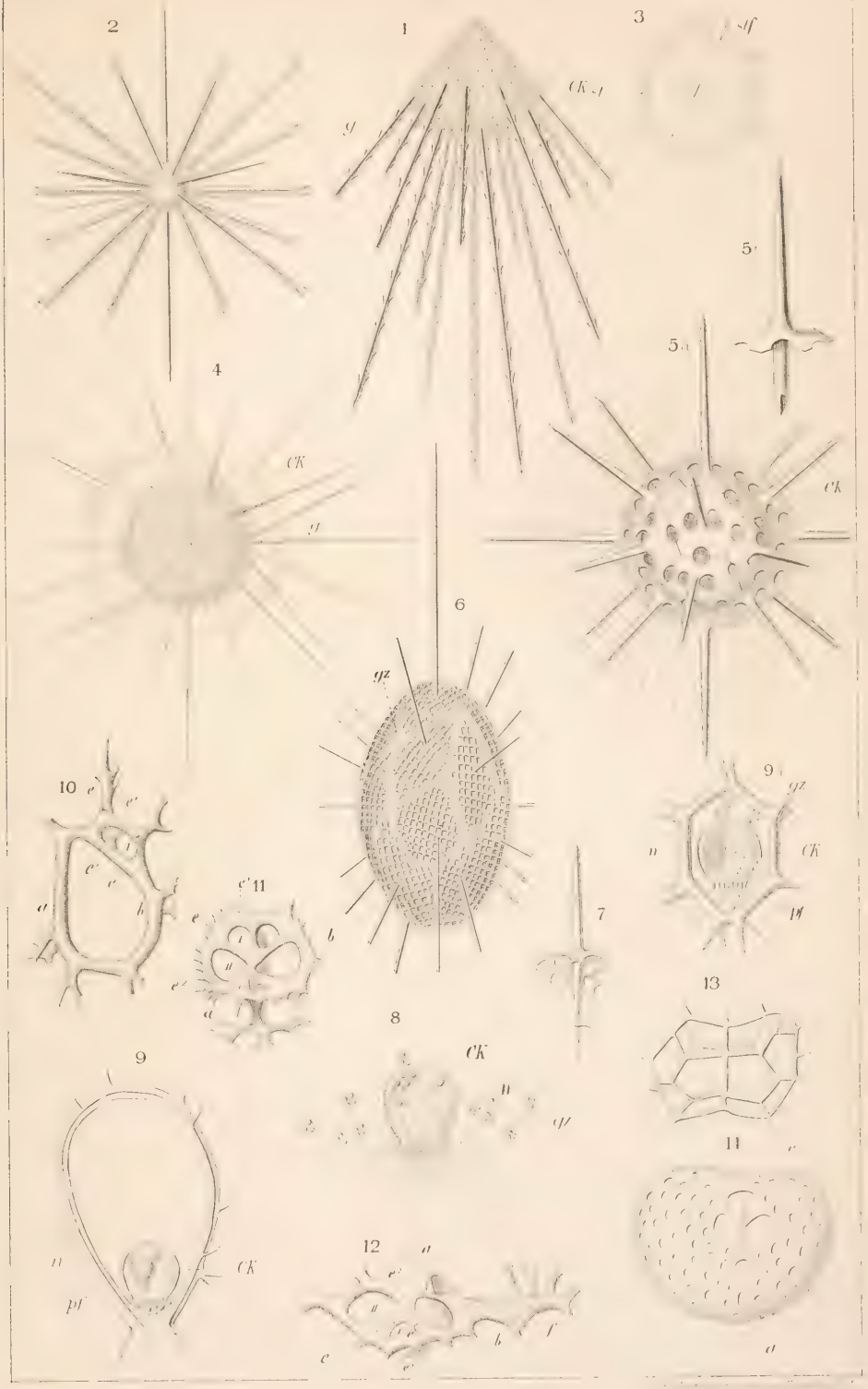
6. Haliommatidium (? Phatnaspis Hck. 1881) Mülleri Hck. Ganzes, todtes Thier. Die 20 Gitterplatten der Schale sind noch nicht zusammengewachsen. gz gelbe Zellen. Mittelmeer. Vergr. ca. 150.
7. Aspidomma (= Tessaropelma Hck. 1881) Hystrix J. M. sp. Ein isolirter Stachel mit den Fortsätzen, welche die innere und äussere Gitterkugel bilden. Mittelmeer.
8. Cystidium inerme Hertw. Lebendes Thier. Nackte Centralkapsel Ck, mit Kern (n) und ansehnlicher Anhäufung der extrakapsulären Sarkode vor dem Porenfeld. Zahlreiche gelbe Zellen (gz) vorhanden. Mittelmeer.
9. Zygocircus (Btschli 1881) productus Hertw. sp. Ganzes, todtes Thier. a die vordere, b die hintere Hälfte des primären Skeletringes.

   In allen Abbildungen von Monopylarienskeleten bezeichnet a die vordere, b die hintere Hälfte des Primärrings, c dessen Basaltheil, welcher die hinteren Basallöcher I scheidet. Die vorderen Basallöcher sind mit II und der Stab zwischen vorderem und hinteren Basalloch jeder Seite ist mit e bezeichnet. Bezüglich der schwierigen systematischen Benennung der Stephid- und Cyrtidformen habe ich mich zunächst an die von mir 1881 (Nr. 38) formirten Gruppen gehalten, jedoch stets den Gattungsnamen, unter welchem die betreffende Form ursprünglich aufgestellt wurde, beigefügt. Ebenso habe ich, wo dies mir möglich schien, die Gattung, zu welcher die betreffende Form im Häckel'schen System von 1881 (Nr. 37) gehört, in Klammer beigefügt.

9a. Lithocircus annularis (? J. M.) Hertw. Lebendes Thier. pf das Porenfeld der Centralkapsel Ck. Mittelmeer.

10. Stephanolithis (? Lithocoronis Hck. oder Dyostephaniscus Hck. 1881) spinescens Ehrbg. Seitenansicht. a vordere Ringhälfte, b hintere, c Basaltheil des Ringes, e und e' seitliche Fortsätze, c^1 Medianfortsatz, welcher die Basallöcher I von einander scheidet. Vergr. 200.
11. Stephanolithis Häckelii Btschli. Vorderansicht etwas nach vorn geneigt, Basis oben. Durch Zutritt der Fortsätze c^2 ist das zweite Paar der Basallöcher (II) gebildet. Vergr. 200.
12. Acanthodesmia (? Zygostephaniscus Hck. 1881) Hertwigii Btschli. Basalansicht. Der Sekundärring f ist zum Primärring a b c zugetreten.
13. Dictyospyris (Ceratospyris Ehrbg.) pentagona Ehrbg. sp. Skelet. Indischer Ocean (bei Afrika). Vergr. 150.
14. Dictyospyris Gigas Ehrbg. (sehr wahrscheinlich). Basalansicht. Vergr. 240.

Figg. 1, 2, 4, 5, 6 nach Häckel (Monographie); Fig. 7 nach J. Müller (Abhandl. 1858); Figg. 3, 8, 9 und 9a nach Hertwig (Organismus); Figg. 10—12 und 14 Bütschli Zeitschr. f. wiss. Zool. 36); Fig. 13 nach Ehrenberg (Abhandl. 1872).

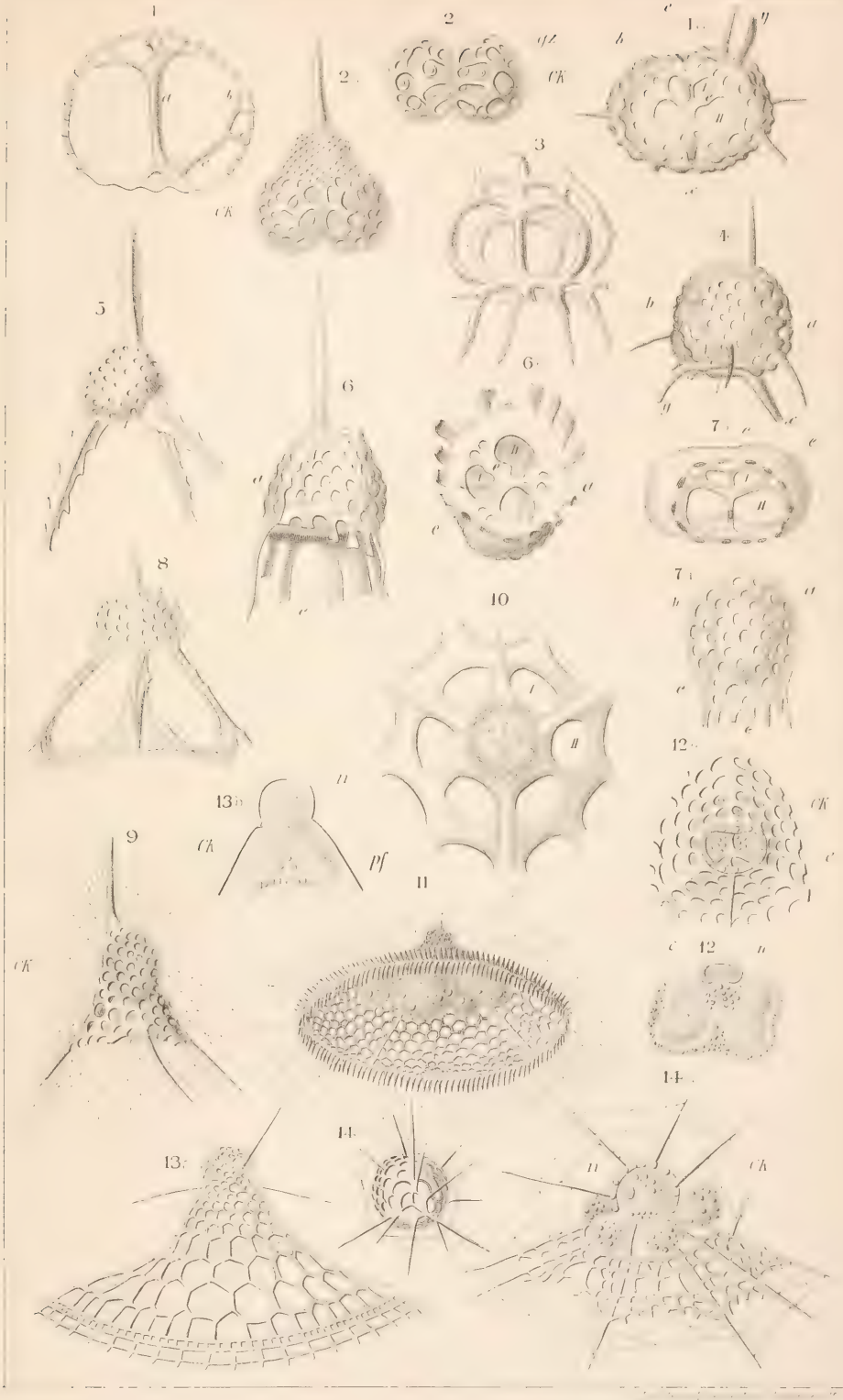

2
1
3
4
5
5a
6
7
8
9
10
11
12
13
14
CK
gz
pf
n

Erklärung von Tafel XXIX.

Fig.

1. Dictyospyris Gigas Ehrbg. (sehr wahrscheinlich). Optischer Durchschnitt in der Sagittalebene, um den Primärring abc zu zeigen. Vergr. ca. 300. Barbados.
2a—b. Spiridobotrys trinacria Hck. Todtes Thier. a in Ansicht von der Breitseite; b Basalansicht mit den vier Basallöchern. Ck Centralkapsel, gz gelbe Zellen. Vergr. ca. 300.
3. Sogen. Ceratospyris Fibula Ehrbg. Skelet. Vergr. ca. 200. Barbados.
4a—b. Ceratospyris (Petalospyris Hck. 1881) setigera Ehrbg. a Basalansicht. b Seitenansicht. Vergr. 300. Barbados.
5 Ceratospyris (Cladospyris Ehrbg., Acrospyris Hck. 1881) tribrachiata Ehrbg. Skelet in Breitseitenansicht. Vergr. 200. Barbados.
6a—b. Petalospyris Argiscus Ehrbg. a Seitenansicht. b Basalansicht. Vergr. 200. Barbados.
7a—b. Petalospyris (Desmospyris Hck. 1881) anthocyrtoides Btschli. a Seitliche Ansicht. b Basalansicht, um die Bildung der Köpfchenbasis zu zeigen. Vergr. 200. Barbados.
8. Clathrocanium coarctatum Ehrbg. Skelet. Philippinischer Ocean. Vergr. 300.
9. Dictyophimus Tripus Hck. Ganzes lebendes Thier mit der Centralkapsel Ck. Vergr. ca. 300. Mittelmeer.
10. Dictyophimus Craticula Ehrbg. Apicalansicht. Die Peripherie des 1. Glieds unvollständig. Vergr. 200. Barbados.
11. Eucecryphalus (Eucyrtomphalus Hck. 1881) Schultzei Hck. Ganzes, lebendes Thier, etwas von unten gesehen; zeigt deutlich die vierlappige Centralkapsel. Mittelmeer. Vergr. ca. 200.
12a—b. Eucecryphalus (Lamprodisculus Hck. 1881) laevis Hertw. a Ansicht des Apex der Schale; vom Köpfchen ist nur die Basalfläche gezeichnet; das erste Glied nur unvollständig wiedergegeben. b die vierlappige Centralkapsel mit einem Kern [n]. Mittelmeer.
13a—b. Eucecryphalus Gegenbauri Hck. a Skelet in Hinteransicht. b der apicale Theil des Skelets im optischen Durchschnitt mit der Centralkapsel Ck, an welcher vier Lappen sichtbar sind, auch bemerkt man das Porenfeld pf und den Kern n. Mittelmeer.
14a—b. Arachnocorys circumtexta Hertw. a Ganzes Thier mit der vierlappigen Centralkapsel Ck. Das Skelet des Köpfchens im optischen Durchschnitt. b Junges Skelet in Basalansicht, das erste Glied nur durch Stacheln repräsentirt. Mittelmeer.

Figg. 1, 4, 6, 7, 10 nach Bütschli (Zeitsch. f. wiss. Zool. XXXVI); Figg. 2, 9, 11 nach Häckel (Monographie); Figg. 3 und 8 nach Ehrenberg (Abh. 1870 und 1872); Figg. 12, 13 und 14 nach Hertwig (Organismus).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
OK
pf

Erklärung von Tafel XXX.

Fig.

1a—b. Lithomelissa Hertwigii Btschli. a Nahezu Hinteransicht, Apicalstachel wahrscheinlich abgebrochen. b Apicalansicht, nur die Köpfchenbasis ausgeführt, von der aufsteigenden vordern Hälfte des Primärrings a gehen drei seitliche Aeste (h) aus, welche sich an die Köpfchenwand begeben. g Die stabartigen Ursprünge der drei Stacheln des 1. Gliedes, noch innerhalb dieses eingeschlossen. Vergr. 200. Barbados.

2. Lithomelissa (Sethopera Hck. 1881) microptera Ehrbg. Halbseitliche halbvordre Ansicht. Vergr. 200. Barbados.

3a—c. Lithobotrys geminata Ehrbg. a Seitliche Ansicht. b Köpfchenbasis. c Hinteransicht. Vergr. 200. Barbados.

4. Botryocyrtis Caput serpentis Ehrbg. Skelet. Indischer Ocean (bei Afrika). Vergr. 200.

5. Botryocampe hexathalamia Hck. Skelet. Mittelmeer. Vergr. 200.

6. Pterocanium Proserpinae Ehrbg. Skelet. Vergr. 150. Mittelmeer.

7a—b. Lychnocanium tetrapodium Ehrbg. Skelet. a Ansicht von vorn. b Köpfchenbasis in Apicalansicht Barbados. Vergr. von 7a ca. 200.

8. Lychnocanium (Lithomelissa Ehrbg., ?Tetraedrina Hck. 1881) ventricosum Ehrbg. sp. Skelet. Barbados. Vergr. ca. 130.

9. Lithornithium (Theopera Hck. 1881) Luscinia Ehrbg. Skelet. Barbados. Vergr. ca. 130.

10. Rhopalocanium (= Pterocanium Ehrbg. = ?Tetrapera Hck. 1881) Bombus Ehrbg. sp. Skelet in nahezu Vorderansicht. Vergr. ca. 150. Barbados.

11. Podocyrtis (Thyrsocyrtis Ehrbg.) Rhizodon Ehrbg. sp. Skelet. Barbados. Vergr. ca. 150.

12. Podocyrtis Eulophus Ehrbg. Skelet. Barbados. Vergr. 100.

13. Podocyrtis cothurnata Ehrbg. Skelet. Barbados. Vergr. 130.

14a—b. Podocyrtis Princeps Ehrbg. Köpfchen. a seitliche Ansicht, b Basis. Barbados.

15. Cycladophora spatiosa Ehrbg. Skelet. Barbados. Vergr. 150.

16. Cycladophora stiligera Ehrbg. (zu meiner Thyrsocyrtisgruppe, siehe Nr. 38, gehörig). Skelet. Barbados. Vergr. ca. 130.

17. Eucyrtidium Alauda (?Axocorys Hck. 1881) Ehrbg. Skelet. Barbados. Vergr. 100.

18. Eucyrtidium (Dictyomitra Zitt.) excellens Ehrbg. Skelet. Barbados. Vergr. nahezu 150.

19. Eucyrtidium Galea Hck. Ganzes Thier. Skelet im optischen Durchschnitt. Von der ansehnlichen Centralkapsel Ck sind zwei der drei sehr verlängerten Lappen zu sehen, mit dem sehr ausgezognen Porenfeld (pf); n der Kern. Mittelmeer.

20. Eucyrtidium (Lithocampium Hck. 1881) multiseriatum Ehrbg. Skelet. Philippinischer Ocean. Vergr. ca. 150.

21. Eucyrtidium (Eucyrtis Hck. 1881) auritum Ehrbg. Skelet. Tripel von Grotte in Sicilien. Vergr. ca. 200.

22. Eucyrtidium (Lithocampe Ehrbg.) Clava Ehrbg. sp. Skelet. Barbados. Vergr. 150.

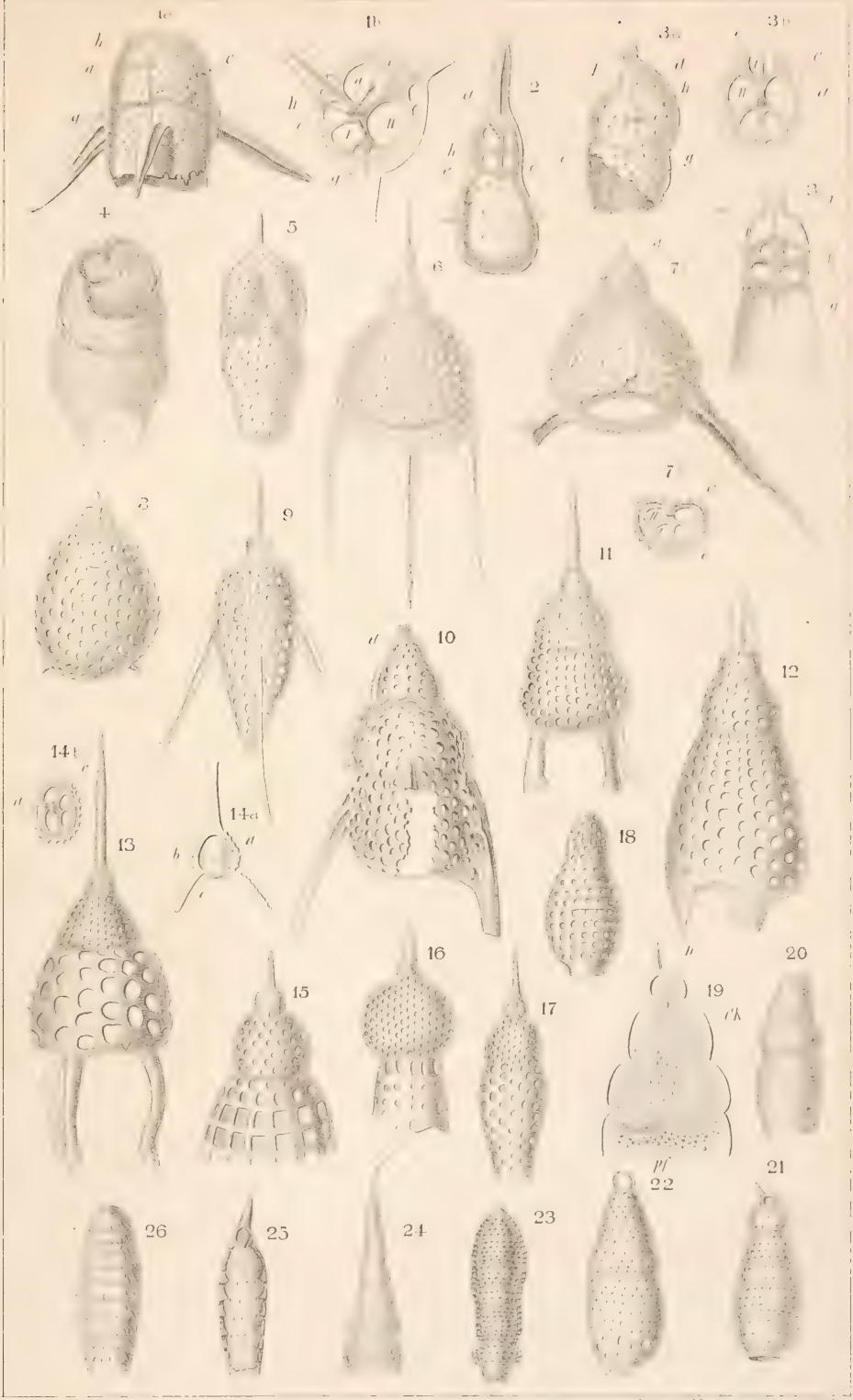
23. Eucyrtidium (Lithocampe Stöhr, Stichocapsa Hck. 1881) subligatum Stöhr sp. Skelet. Tripel von Sicilien. Vergr. ca. 120.

24. Lithostrobus Bütschli 1881 (Nr. 38) (Eucyrtidium Ehrbg., Eucyrtis Hck. 1881) cuspidatum Bailey spec. Skelet. Davisstrasse. Vergr. ca. 100.

25. Lithomitra Bütschli 1881 (Nr. 38) (Eucyrtidium Ehrbg.) paupera Ehrbg. sp. Skelet in seitlicher Ansicht. Barbados. Vergr. ca. 300.

26. Lithomitra (Eucyrtidium Ehrbg.) Pachyderma Ehrbg. sp. Skelet. Barbados. Vergr. 150.

Figg. 1, 2, 3 u. 14 nach Bütschli (1881, Z. f. w. Zool. Bd. 36); Figg. 4, 6, 20, 24 nach Ehrenberg (1872); Figg. 9, 11—13. 15—18, 22 und 26 nach Ehrenberg (Abhandl. 1875); Fig. 5 nach Häckel (Monographie); Fig. 19 nach Hertwig (Organismus); Figg. 21 u. 23 nach Stöhr (Palaeontographica 1880); Figg. 7 und 10 Originalia.


1a
1b
2
3a
3b
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14a
14b
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26

Erklärung von Tafel XXXI.

Fig.

1. Sogen. Eucyrtidium biauritum Ehrbg. Skelet in seitlicher Ansicht. Barbados. Vergr. ca. 200.

2a—b. Pterocyrtidium Btschli (Pterocanium Ehrbg.) barbadense Ehrbg. sp. a Skelet in Vorderansicht. b In Apicalansicht, um die Köpfchenbasis zu zeigen. st Apicalstachel. Vergr. ca. 200. Barbados.

3. Lithopera (Eucyrtidium Ehrbg. = Theosyringium Hck. 1881) Sipho Ehrbg. sp. Skelet. Barbados. Vergr. ca. 130.

4. Lithochytris Vespertilio Ehrbg. Skelet. Vergr. ca. 90.

5. Anthocyrtis hispida Ehrbg. Skelet in seitlicher Ansicht. Vergr. ca. 200. Barbados.

6. Anthocyrtis ophirensis Ehrbg. Skelet. Vergr. ca. 150. Indischer Ocean bei Zanzibar.

7. Anthocyrtis ? (Eucyrtidium Ehrbg. = Sethocorys Hck. 1881) Ficus Ehrbg. sp. Skelet. Barbados. Vergr. ca. 90.

8. Cryptoprora ornata Ehrbg. Skelet. Barbados. Vergr. ca. 200.

9. Calocyclas (? = Clathrocyclas Hck. 1881) Turris Ehrbg. Skelet. Barbados. Vergr. ca. 75.

10a—b. Dictyocephalus ? obtusus Ehrbg. a Seitliche Ansicht, b Köpfchenbasis. Vergr. ca. 200. Barbados.

11. Lophophaena (? = Conarachnium Hck. 1881) larvata Ehrbg. Skelet. Barbados. Vergr. 150.

12. Cyrtocalpis Amphora Hck. Schale. Mittelmeer. Vergr. ca. 200.

13a—c. Carpocanium Diadema Hck. a Ganzes, lebendes Thier, mit dreilappiger Centralkapsel Ck. Mittelmeer. Vergr. ca. 350. b Centralkapsel mit Nucleus n, Oelkugeln oc und Porenfeld pf; das Skelet sk im optischen Durchschnitt. c Der Apicaltheil des Skelets im optischen Sagittalschnitt, zeigt die beiden Hälften des Primärrings (a, b) des Köpfchens.

14a—b. Ceratocyrtis (Cornutella Ehrbg. = Cornutellium Hck. 1881) cucullaris Ehrbg. sp. a Hinteransicht. b Apicalansicht. h zwei seitliche Stäbe, welche von der Mitte der Vorderhälfte des Primärrings a entspringen; g absteigende Fortsätze der Stäbe c, sowie der vorderen und hinteren Hälfte des Primärringes. Barbados. Vergr. ca. 180.

15. Litharachnium (? = Cinclopyramis Hck. 1881) Tentorium Hck. Skelet mit Centralkapsel (Ck). Mittelmeer. Vergr. 100.

16a—c. Litharachnium (Cornutella Ehrbg., ? = Bathropyramis Hck. 1881) quadratellum Ehrbg. sp. Skelet. a Hinteransicht. b Köpfchenbasis. c Seitenansicht des Köpfchens. Barbados. Vergr. ca. 200.

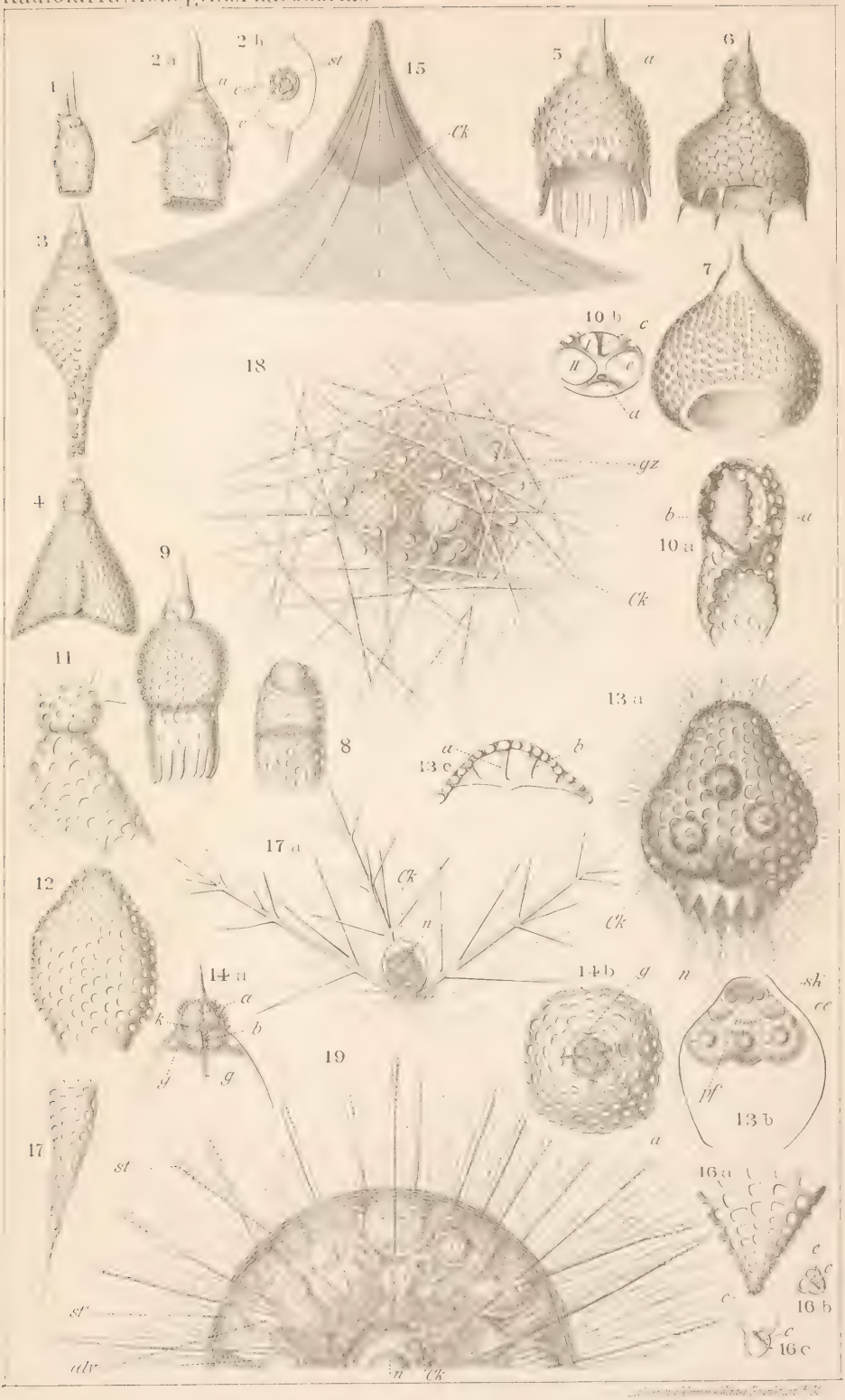
17. Cornutella (= Cornutanna Hck. 1881) longiseta Ehrbg. Skelet. Barbados und recent. Vergr. 150.

17a. Plagiacantha abietina Hertw. Lebendes Thier; Ck Centralkapsel mit Kern (n). Mittelmeer.

18. Thalassoplancta Cavispicula Hck. Ganzes, lebendes Thier mit zwei Centralkapseln (Ck) und viel schwarzbraunem Pigment der extrakapsulären Sarkode; gz gelbe Zellen. Vergr. 200. Mittelmeer.

19. Aulacantha Scolymantha Hck. Hälfte eines lebenden Thieres. st Die grossen, radial bis zur Centralkapsel gehenden Stacheln; st' die kleinen tangential gelagerten Nadeln; alv die extrakapsulären, ansehnlichen Vacuolen (Alveolen Häckel's). Vergr. 100. Mittelmeer.

Figg. 1, 2, 10, 14, 16 nach Bütschli (Zeitschr. f. wiss. Zool. 36); Figg. 4, 5 und 17 Originalia; Figg. 3, 6—9, 11 nach Ehrenberg (Abhandl. 1872 und 1875); Figg. 12, 13a, 15, 18 und 19 nach Häckel (Monographie); Figg. 13b—c und 17a nach Hertwig (Organismus).

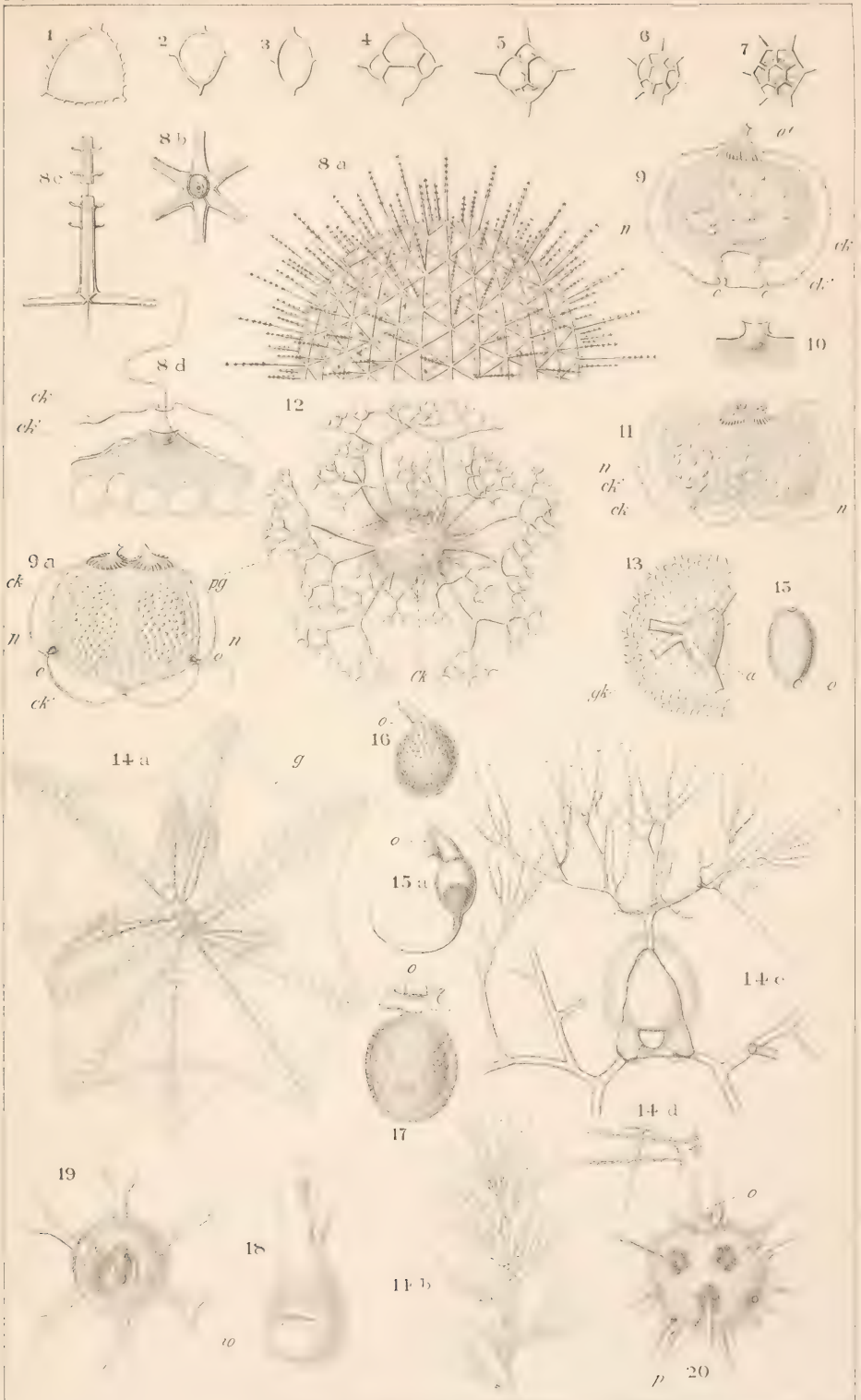

1
2 a
2 b
a
c
st
15
Ck
5
a
6
3
7
10 b
c
II
e
a
18
gz
4
b
a
10 a
9
Ck
11
13 a
8
a
b
13 c
17 a
Ck
12
n
Ck
14 a
a
k
b
g
g
14 b
g
n
sk
ce
pf
13 b
19
a
17
st
16 a
e
c
c
16 b
st'
c
16 c
alv
n
Ck

Erklärung von Tafel XXXII.

Fig.

1. Mesocena triangula Ehrbg. Skeletelement. Tripel von Sicilien. Vergr. 150.
2. Mesocena elliptica Ehrbg. Skeletelement. Mergel von Maryland (N. Am.). Vergr. 150.
3. Dictyocha Pons Ehrbg. Skeletelement. Tripel von Oran. Vergr. 150.
4 u. 5. Dictyocha Fibula Ehrbg. Skeletelemente. Tripel von Oran und Mittelmeer. Vergr. 150.
6. Dictyocha Speculum Ehrbg. Skeletelement. Tripel von Sicilien. Vergr. 230.
7. Distephanus rotundus Stöhr. Skeletelement. Tripel von Sicilien. Vergr. 200.
8a—d. Aulosphaera elegantissima Hck.
   8a. Hälfte einer Gitterkugel. Vergr. 26. Mittelmeer.
   8b. Flächenansicht eines der Knotenpunkte des Maschenwerks der Skeletkugel, in welchem sechs Hohlröhren zusammenstossen und sich ein radialer röhriger Stachel nach Aussen erhebt, der als Kreischen erscheint. Man bemerkt, dass die Lumina der sämmtlichen in diesem Knotenpunkt zusammenstossenden sieben Röhren durch zarte Kieselscheidewände geschieden sind und dass durch das Lumen sämmtlicher Röhren ein feiner axialer Kieselfaden hindurchzieht.
   8c. Ein solcher Knotenpunkt von der Seite betrachtet; man sieht den radialen Hohlstachel mit seinen in Wirteln gruppirten Seitenästchen und zwei mit ihm zusammenstossende Röhren der Kugeloberfläche.
   8d. Eine der Nebenöffnungen der Centralkapsel bei starker Vergrösserung.
9. Isolirte tripyle Centralkapsel einer unbestimmten Phaeodarie des Mittelmeers. Durch Behandlung mit Osmiumsäure und Carmin ist die äussere Centralkapselmembran (ck) von der inneren (ck') abgehoben worden. o' die Haupt-, o,o die beiden Nebenöffnungen. n der sehr ansehnliche Kern.
9a. In Theilung begriffne Centralkapsel einer unbestimmten Phaeodarie, mit zwei Kernen, zwei Haupt- und zwei Nebenöffnungen.
10. Aulacantha Scolymantha Hck. Nebenöffnung der Centralkapsel nach Behandlung mit Chromsäure und Carminfärbung.
11. Centralkapsel einer tripylen Phaeodarie in Zweitheilung begriffen. Die Theilung noch nicht soweit fortgeschritten, wie in Fig. 8d.
12. Coelodendrum gracillimum Hck. Ganzes, lebendes Thier. Die Centralkapsel (Ck) ist nur z. Th. sichtbar, da sie von dem dunklen Pigment (pg) ziemlich verdeckt wird. Die beiden Skeletklappen sind nicht sichtbar, dagegen die von ihnen entspringenden verzweigten und hohlen Strahlen. Vergr. 50.
13. Coelodendrum ramosissimum Hck. Eine Skeletklappe in der Flächenansicht; gk die halbkuglige Gitterklappe, a der dreiseitige Aufsatz mit den von seinen Ecken entspringenden Röhren, die kurz abgeschnitten sind. Mittelmeer. Vergr. 150.
14a—d. Coelothamnus (?) Davidoffii Btschli.
   14a. Ganzes, todtes Thier mit Gallerte (g). Im Centrum bemerkt man die Schalenklappen mit den von ihnen entspringenden 16 Strahlen. Centralkapsel nicht bemerkbar. Vergr. etwas über 4. Mittelmeer.
   14b. Ende eines der Skeletstrahlen. Vergr. 80.
   14c. Die eine Schalenklappe in der Flächenansicht. Vergr. ca. 25.
   14d. Einige der Ankerfäden bei stärkerer Vergrösserung.
15. Cadium marinum Bailey. Kamtschatkameer. Vergr. $5^1/_2$.
15a. Cadium caudatum Wall. Schale mit kuglig zusammengezognem Plasmakörper. o Mündung. Nordatlant. Ocean. Vergr. ca. 100.
16. Protocystis auritum Wall. Schale. o Mündung. Nordatlantisch. Vergr. ca. 120.
17—18. Zwei Vertreter der Familie der Challengeridae Murray (Hck.). o die einfache Mündungsöffnung mit einem oder mehreren hohlen Fortsätzen ausgerüstet. Südsee.
19—20. Zwei Vertreter der Familie Circoporidae Hck. o die Mündungsöffnung; p die Porenkränze um die Basis der Stacheln. Südsee.

Figg. 2—4 nach Ehrenberg (Mikrogeologie); Figg. 1, 6 u. 7 Stöhr (Palaeontographica 1880); Figg. 5, 8b–d, 9–11, 13 nach Hertwig (Organismus); Figg. 8 u. 12 nach Häckel (Monographie); Figg. 14a—d nach Bütschli (Zeitschr. wiss. Zool. 36); Fig. 15 nach Bailey (Amer. journ. sc. arts 1856); Figg. 15a—16 nach Wallich (Monthly microsc. journ. Bd. I); Figg. 17—20 nach Murray (Proc. roy. Acad. Vol. 24).


1
2
3
4
5
6
7
8 a
8 b
8 c
8 d
9
9 a
10
11
12
13
14 a
14 b
14 c
14 d
15
15 a
16
17
18
19
20
ck
ck'
n
o
o'
pg
gk
a
g
w
p

Erklärung von Tafel XXXIII.

Fig.

1. Monocystis magna A. Schmidt.

1 a. Ein Stück der Trichtermembran des Hodens von Lumbricus terrestris mit zwei in pokalförmigen Zellen (z) eingepflanzten Exemplaren der M. magna. Vergr. ca. 50.

1 b. Vorderende einer grossen Monocystis magna, zeigt deutlich die Längsrippung der Cuticula am festgehefteten Vorderende, sowie die feine Längsstreifung der Cuticula.

2. Monocystis agilis St. a ein ruhendes Individuum; b ein Individuum in Bewegung; eine den Leib ringförmig umgreifende Einschnürung zieht vom unteren nach dem oberen Ende. Vergr. ca. 250.

3a—g. Zur Entwicklungsgeschichte der Monocystis agilis St. Vergr. 220.

3 a. Ganz jugendliche Form (m) im Innern einer Spermatosphaere von Lumbricus terrestris.

3 b. Weiterentwickelte Form.

3 c. Ziemlich herangewachsene Form, die Spermatoblasten haben begonnen auszuwachsen.

3 d. Erwachsene Form mit einem dichten Ueberzug wenig ausgewachsener Spermatoblasten.

3 e. Erwachsene Form mit einem zum borstenartigen Besatz ausgewachsenen Ueberzug von Spermatoblasten.

3 f. Das Thier hat die Hülle am einen Ende gesprengt und ist im Begriff hervorzutreten.

3 g. Ein ähnliches Stadium; die Monocystis hat ihre haarige Hülle schon weiter abgestreift.

4a—f. Zur Sporulation der Regenwurmmonocysten.

4 a. Cyste mit zwei grossen Kugeln. Nach der gewöhnlichen Auffassung aus der Theilung einer einfachen encystirten Monocystis hervorgegangen, vielleicht jedoch auch durch Copulation entstanden. (Vergr. 300.)

4 b. Aehnlicher Zustand; auf der Oberfläche der einen Kugel sind schon Sporoblasten hervorgesprosst. (Vergr. 450.)

4 c. Aehnlicher Zustand; auf beiden Kugeln hat sich die Sporoblastenbildung vollzogen. (Vergr. 160.)

4 d. Die eine der Kugeln ist in mehrere kleine zerfallen (fraglich ob vor oder nach der Sporoblastenbildung). (Vergr. 160.)

4 e. Cyste mit unregelmässigen Zerfallsproducten, noch kugligen Sporoblasten und solchen, welche schon die spindelförmige Gestalt der reifen Sporen angenommen haben. (Vergr. 280.)

4 f. Grosse Cyste mit einer dichten oberflächlichen Lage reifer Sporen; im Centrum noch eine unregelmässige körnige Plasmamasse, von welcher verzweigte Plasmafäden zur Sporenschicht laufen.

5. Verschiedene Ausbildungszustände grosser Sporen einer Regenwurmmonocystis. Vergr. ca. 1400.

5 a. Noch nackter Sporoblast, welcher sich spindelförmig gestreckt hat.

5 b. Spore mit vollständig entwickelter Sporenschale; das Plasma hat sich etwas condensirt.

5 c. Reife Spore mit entwickelten sichelförmigen Keimen und dem nucleus de reliquat (r).

5 d. Eine ähnliche Spore in der Polansicht.

6—11. Verschiedene anormale Ausbildungszustände von Sporen der Regenwurmmonocysten; besonders eigenthümlich sind darunter die merkwürdigen Mehrfach- oder Verwachsungsbildungen Figg. 9—11.

Figg. 1 a und 5 nach Bütschli (Zeitsch. f. wiss. Zool. XXV); Fig. 2 nach Stein (Arch. f. Anat. u. Phys. 1848); Figg. 3a—c und 3f—g nach A. Schmidt (Abh. d. Senckenb. Ges. I); Figg. 3d und 4a—e nach Lieberkühn (Mém. cour. Acad. Belgique XXVI); Figg. 6—10 nach Aimé Schneider (Arch. zool. exp. IV); Figg. 1 b und 4 f Originalia.

n
z
1 a
n
2 a
2 b
1 b
3 a
3 b
m
3 c
3 e
3 f
3 g
3 l
4 a
4 b
4 c
4 d
4 e
4 f
5 a
5 b
5 c
n
n
r
6
7
8
5 d
11
9
10
r

Erklärung von Tafel XXXIV.

Fig.

1. Zygocystis Cometa St. aus dem Hoden von Lumbricus communis Hoffm. Vergr. ca. 250,
   1a. Syzygie zweier, 1b solche dreier Individuen.
2. Gamocystis tenax Aim. Schnd. aus dem Darm von Blatta lapponica.
   2a. Syzygie zweier Thiere. a die quere Fibrillenlage des Ectosarks im optischen Durchschnitt.
   2b. Reife Cyste mit hervorgetretnen Sporoducten (sp), welche Haufen von Sporen (s) entleert haben. c die eigentliche Cystenhülle, g die dicke Gallertumhüllung.
   2c. Sporen.
3. Conorhynchus Echiuri Greeff aus dem Darm von Echiurus Pallasii.
   3a. Jugendliches, isolirt lebendes Individuum.
   3b. Etwas weiter entwickeltes Individuum, das schon einige seitliche Fortsätze hervorgetrieben hat.
   3c. Syzygie zweier erwachsener Thiere; das Entoplasma ist durchaus vacuolär, v,v zwei sehr grosse Vacuolen. Vergr. ca. 60.
4. Sogen. Monocystis pellucida Köll. aus dem Darm von Nereis pelagica. Erwachsenes Individuum mit dickem Ectoplasma und einer fibrillären Streifung desselben im Vorderende. Vergr. ca. 150.
5. Gonospora Terebellae Köll. sp. aus dem Darm von Audouinia und Terebella.
   5a—b. Zwei reife Sporen mit sichelförmigen Keimen und einem Restkörper (r).
   5c. Ein Individuum.

6a—b. Urospora Nemertis Köll. sp. Zwei reife Sporen mit sichelförmigen Keimen und einem Restkörper (r).

7. ? Urospora (Gregarina) Saenuridis Köll. sp. Syzygie zweier Individuen aus dem Hoden von Tubifex rivulorum.
8. Zur Sporulation dieser Form.
   8a. Syzygie kurz vor der Encystirung.
   8b. Nach vollzogener Encystirung.
   8c. Jedes der Individuen anscheinend vollständig in eine Anzahl Theilstücke zerfallen; es scheint sich noch eine specielle Cystenhaut um jedes Individuum innerhalb der gemeinsamen gebildet zu haben (sogen. Pseudoconjugation).
   8d. Die Theilstücke haben sich noch weiter zu rundlichen Sporoblasten vermehrt.
   8e. Die Sporoblasten sind zu Sporen umgebildet. Später scheint die Scheidewand, welche beide Sporenhaufen trennt, zu vergehen, so dass die Cyste dann von einer einheitlichen Sporenmasse erfüllt wird.

9a—c. Sogen. Monocystis Enchytraei Köll. aus dem Darm von Enchytraeus albidus. 9a und c ältere Individuen; 9b ein solches wie 9c in Krümmungsbewegungen begriffen. Vergr. ca. 350.

10. Monocystide aus dem Darm einer Phyllodoce mit longitudinaler und circulärer Streifung. Vergr. 60—70.
11. Sogen. Monocystis sagittata Leuck. aus dem Darm von Capitella capitata. Vergr. ca 120.
12. Monocystide aus Phyllodoce. a ein Individuum, welches zahlreiche stäbchenartige Gebilde (Sporen nach Claparède) in seinem Entoplasma einschliesst. Vergr. ca. 320. b eine solche Spore stärker vergrössert.

Fig. 1 nach Stein (Arch. f. Anat. u. Phys. 1848); Figg. 2, 5 u. 6 nach Aim. Schneider (Arch. zool. exp. IV); Fig. 4 nach R. Lankester (Quart. journ. m. science n. s. VI); Figg. 7—9 nach Kölliker (Zeitschr. f. wiss. Zool. I); Figg. 10—12 nach Claparède (Mém. soc. Phys. et d'hist. nat. Genève 1861).

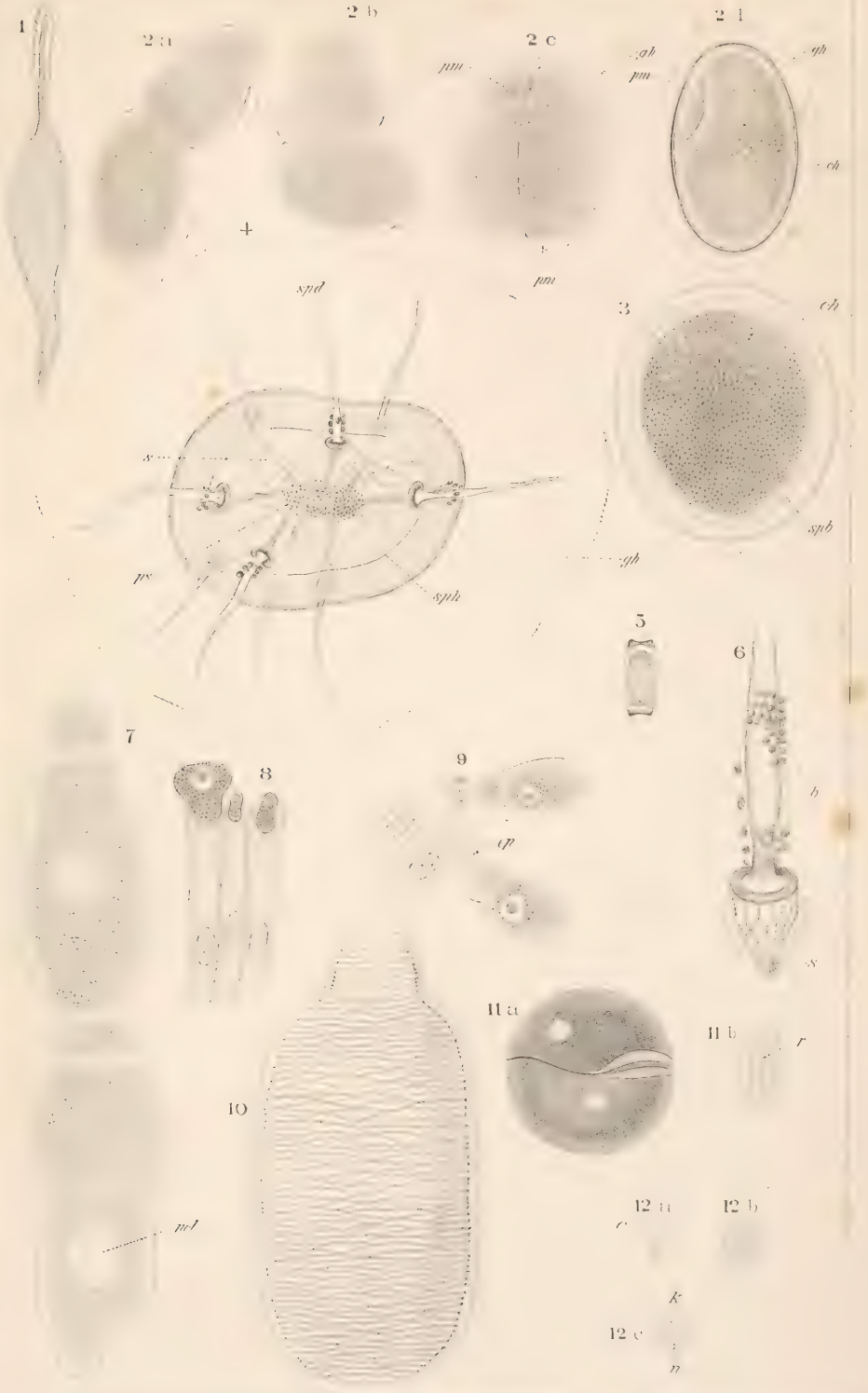
1 a
1 b
2 a
a
2 b
c
s
sp
g
2 c
5 a
r
5 b
r
n
3 a
3 c
n
4
6 a
6 b
v
v
n
3 b
r
5 c
n
r
9 a
9 c
8 a
7
9 b
8 b
8 c
10
8 d
8 e
11
12 a
21 b

Erklärung von Tafel XXXV.

Fig.

1. Monocystis Aphroditae R. Lank. aus dem Darm von Aphrodite aculeata. Vergr. ca. 50—60.
2. Zur Copulation und Encystirung der Clepsidrina Blattarum Sieb sp.
   2a. Beginn der Encystirung; die Syzygie bewegt sich andauernd in der Richtung der Pfeile im Kreise umher.
   2b. ca. zehn Minuten später; die beiden Individuen haben sich mit ihren gleichnamigen Seiten schon ziemlich innig zusammengelegt; die Bewegung dauert fort.
   2c. ca. $^1/_4$ Stunde später. Die Thiere haben sich der Länge nach völlig zusammengelegt; die Abscheidung der Gallerthülle (gh) hat begonnen.
   2d. ca. 45 Minuten später. Die eigentliche Cystenhülle (ch) hat sich schon angelegt; die Cyste hat ihre bleibende ovale Gestalt angenommen. Nur das Protomerit (pm) des einen Thieres ist noch sichtbar.
3. Eine Cyste der Clepsidrina ovata Df. sp. Von der Oberfläche des einheitlichen Cysteninhalts sprossen die Sporoblasten (spb) in einer einschichtigen Lage hervor.
4. Ausgereifte Cyste der Clepsidrina Blattarum Sieb. sp. mit dicker Gallerthülle (gh) und hervorgestülpten Sporoducten (spd). Die Sporen zum grössten Theil entleert, ein Häufchen derselben (ps) liegt noch im Centrum der Cyste. Durch Kalilauge sind die Körnermassen des Cysteninhalts zerstört; man bemerkt nun sehr deutlich das plasmatische Netzwerk, in dessen Maschen die Körner eingebettet sind, sowie die plasmatischen Schläuche s, welche zur Leitung der Sporen nach den Sporoducten dienen. Die eigentliche Cystenhülle (ch) hat sich sehr contrahirt und verdickt, sie erscheint daher jetzt sehr deutlich geschichtet. sph die sogen. Sporoductenhaut. Vergr. ca. 100.
5. Eine reife Spore der Clepsidrina Blattarum, längere Zeit nach dem Austritt aus der Cyste. Vergr. ca. 1600.
6. Basale Hälfte eines ausgestülpten Sporoducts der Clepsidrina Blattarum. w feinkörniger Plasmawulst, S plasmatischer Schlauch, in dessen Innern der Sporoduct entstand; b körnig-faserige Masse, welche gewöhnlich das Basalende der ausgestülpten Sporoducte umgibt.
7. Eine Syzygie der Clepsidrina Blattarum Sieb. aus dem Darm von Blatta orientalis. Vergr. ca. 100.
8. Drei Epithelzellen des Mitteldarms der Blatta orientalis, in deren freien Enden je eine jugendlichste Clepsidrina Blattarum eingesenkt ist. Vergr. ca. 600—700.
9. Weiteres Entwicklungsstadium der jungen Clepsidrinen; nur das Epimerit (ep) ist noch in die Epithelzellen eingesenkt, der übrige Körper ragt frei hervor. Vergr. ca. 150.
10. Einzelthier von Clepsidrina Munieri Aim. Schn. aus dem Darm von Timarcha tenebricosa. Etwas schematisirt, um die netzförmig anastomosirende Fibrillenschicht des Ectosarks zu zeigen.
11. Dufouria agilis Aim. Schn. aus dem Darm der Larve einer Hydrocanthride. a Syzygie im Begriff sich zu encystiren. b eine reife Spore mit drei sichelförmigen Keimen und einem Restkörper (r).
12. Adelea ovata Aim. Schn. aus dem Darm des Lithobius forficatus. a Ein Individuum, dem ein kleiner, seiner Natur nach zweifelhafter Körper (c) anhängt (wie dies nicht selten beobachtet wird). b Cyste von zahlreichen Sporen erfüllt. c eine Spore, n der Nucleus, k zwei kleine Körperchen, welche sich zu beiden Seiten des Nucleus herabziehen und deren Natur unsicher. Sehr stark vergrössert.

Fig. 1 nach R. Lankester (Qu. j. micr. sc. VII); Figg. 2, 4—6, 8 u. 9 nach Butschli (Zeitsch. f. wiss. Zool. XXXV); Figg. 3, 7, 10—12 nach Aim. Schneider (Arch. zool. exp. IV).


1
2 a
2 b
2 c
2 d
gh
pm
ch
4
spd
3
s
ps
sph
5
6
7
8
9
cp
b
11 a
11 b
r
10
12 a
12 b
c
k
12 c
n

Erklärung von Tafel XXXVI.

Fig.

1. Einige Sporen von Hyalospora roscoviana Aim. Schn.
2. Einige Sporen von Euspora fallax Aim. Schn. Zwei derselben in seitlicher Ansicht, zwei andere in der Ansicht auf die pentagonale Endfläche.
3—9. Porospora gigantea E. van Beneden sp., aus dem Darm von Homarus vulgaris.
3. Ein erwachsenes Individuum. Vergr. ca. 150.
4. Encystirungszustände der Porospora gigantea.
   4a. eine einfache Cyste mit einheitlichem Inhalt.
   4b. Eine Cyste mit zweigetheiltem Inhalt (van Beneden).
   4c. Eine solche, bei welcher die beiden Theilstücke sich unter Vergrösserung der Cyste abgerundet haben.
   4d. Durch Zerfall der Cystenhülle des vorhergehenden Stadiums, Auseinanderrücken der beiden Theilstücke und Erzeugung einer besonderen Cystenhülle um jedes derselben, haben sich zwei Cysten zweiter Generation gebildet. Deren Inhalt hat sich von neuem getheilt, wodurch vier Cysten dritter Generation entstanden sind. (Nach E. van Beneden's Deutung.)
5. Zwei Sporen der Porospora mit der dicken porösen Sporenschale.
6a—n. Eine Reihe von Entwicklungsstadien der Porospora gigantea.
   6a. Jugendlichstes beobachtetes Stadium, in Gestalt einer kleinen Amöbe (angeblich kernlos).
   6b. Allmähliche Hervorbildung zweier Fortsätze.
   6c—d. Die beiden Fortsätze oder Arme haben sich vergrössert, der eine (untere) ist sehr beweglich, der andere stets rigid.
   6e. Der untere, bewegliche Arm ist im Begriff sich als sogen. Pseudofilarie abzulösen.
   6f—h. f, der rigide Arm mit dem Rest der Amöbe, nach Ablösung des beweglichen Armes, verwandelt sich durch Vertheilung der Endanschwellung (6g) allmählich in das als Pseudofilarie bezeichnete Jugendstadium 6h, welche Form auch der bewegliche Arm nach seiner Lösung annimmt.
   6i—l. Umbildungszustände der monocystiden Pseudofilarie zur jungen Polycystide. Der Kern angeblich nur durch Nucleolus repräsentirt.
   6m. Das Protomerit (pm) schon ziemlich deutlich.
   6n. Weiter herangewachsene Psorospora. Der Kern deutlich bläschenförmig. Bei der weiteren Entwicklung wächst das Deutomerit immer ansehnlicher aus.
7. Vordertheil einer erwachsenen Porospora stark vergrössert; zeigt deutlich die circuläre Fibrillenschicht des sog. Myocyts m sowie die Bildung der Scheidewand durch das Myocyt; Ectoplasma (Ec) und Entoplasma (En).
8. Drei Fibrillen des Myocyts, welche eine deutliche Zusammensetzung aus kleinen Körperchen zeigen.
9a—f. Der Nucleus eines jugendlichen Exemplars von Porospora, um die fortdauernden Veränderungen der Nucleoli während etwa 25 Minuten zu zeigen. Vergr. ca. 300.
10. Pileocephalus chinensis Aim. Schn. aus dem Darm von Mystacideslarven.
   10a. Cephalon mit Epimerit ep.
   10b. Einfache und y-förmige Spore, letztere ist vielleicht als Verwachsung zu deuten; n Nucleus.
11. Bothriopsis Histrio Aim. Schn. aus dem Darmkanal verschiedner Wasserkäfer.
12a—b. Pyxinia rubecula Hammerschm., aus dem Darm der Dermestes larve. a Sporonzustand. b vorderster Theil des Protomerits eines Cephalon mit Epimerit (ep).
13a—f. Actinocephalus Dujardini Aim. Schn. aus dem Darm von Lithobius forficatus. a Cephalon mit Epimerit (ep); b dasselbe wirft gerade sein Epimerit ab und geht dadurch in den Zustand des Sporon über. c—e: drei aufeinanderfolgende Stadien der solitären Encystirung dieser Art. e die ausgebildete Cyste. f Zwei Sporen.
14a—c. Echinocephalus hispidus Aim. Schn. aus dem Darm von Lithobius forficatus.
   14a. Cephalon mit dem Epimerit (ep) und seinen Anhängen.
   14b. Sporen, kettenförmig zusammenhängend.
   14c. Eine Spore stärker vergrössert; ncl angeblich Nucleolus.

Figg. 1, 2, 5, 10—14 nach Schneider (Arch. zool. expér. IV); Figg. 3—4, 6—9 nach E. van Beneden (Bull. Acad. roy. Belgique 2. s., T. 28, 31 u. 33).

1
2
3
pm
4 a
4 b
4 c
4 d
n
pm
7
m
Ec
En
6 a
6 b
6 c
6 d
6 e
6 f
5
6 i
6 k
6 l
6 m
6 n
pm
6 h
6 g
8
9
a
b
c
d
e
f
cp
13
n
n
10 a
c
d
e
10 b
14 b
11
cp
cp
12 b
nel
14 a
14 c
cp
cp
12 a
13
13 b
13 f

Erklärung von Tafel XXXVII.

Fig.

1. Cephalon von Actinocephalus stelliformis Aim. Schn. aus dem Darm von Käfern. ep Epimerit.
2. Stylorhynchus longicollis St. aus dem Darm von Blaps mortisaga.
   2a. Cephalon mit Epimerit.
   2b. Sporon, nach Verlust des Epimerits.

3a—c. Stylorhynchus oblongatus Hammerschm. sp. aus dem Darm von Opatrum sabulosum.
   3a. Cyste vor Entwicklung der Sporoblasten.
   3b. Eine solche während der Knospung der Sporoblasten (spb).
   3c. Theil einer Cyste während des Stadiums der Beweglichkeit der hervorgeknospten Sporoblasten (spb).
   3d. Eine ausgereifte aufgesprungene Cyste; die Sporen (s) treten in zusammenhängenden Ketten hervor; pc die sogen. Pseudocyste; ch die eigentliche Cystenhülle.

4. u. 5. Stücke der eigentlichen Cystenhülle von Stylorhynchus longicollis (4) und St. oblongatus (5).
6. Ein kleiner Theil der Oberfläche des Cysteninhalts von Stylorhynchus longicollis, mit hervorknospenden Sporoblasten.
7. Sporen von Stylorhynchus longicollis.

8a—b. Geneiorhynchus Monnieri Aim. Schn. aus dem Darm von Libellennymphen.
   8a. Cephalon mit vollständig ausgestrecktem Epimerit ep.
   8b. Cephalon mit zum Theil in das Protomerit zurückgezognem Epimerit.

9a—b. Actinocephalus (Hoplorhynchus V. Car.) oligacanthus St. aus dem Darm der Larve von Agrion.
   9a. Cephalon mit Epimerit ep.
   9b. Einige Sporen.

10a—h. Klossia helicina Aim. Schn. aus der Niere von Helix hortensis. Vergr. von a—d und h = 300, von e—g = 600.
   10a. Monströs vergrösserte Nierenzelle, in welcher eine ziemlich erwachsene Klossia eingebettet ist. Die Oberfläche der Zelle hat einen eigenthümlichen Borstenbesatz entwickelt; n' der Kern der Nierenzelle, n der der Klossia.
   10b. Encystirte Klossia in einer Nierenzelle; der Kern ist nicht mehr sichtbar.
   10c. Cyste deren Inhalt in eine Anzahl, wie es scheint, noch unbeschalter Theilstücke zerfallen ist.
   10d. Cyste deren Inhalt in zahlreiche runde Sporen zerfallen ist, in welchen die sichelförmigen Keime in Bildung begriffen sind.
   10e—f. Zwei Sporen mit sichelförmigen Keimen und einem Restkörper (r).
   10g. Die aus einer Spore hervorgetretnen sichelförmigen Keime und der Restkörper (r).
   10h. Zwei der jugendlichsten Stadien der Klossia in den Nierenzellen.

11. Coccidium oviforme Lck. aus der Leber des Kaninchens.
   11a. Eben gebildete Cyste.
   11b. Die äussere Cystenhaut ist verloren gegangen, der Inhalt hat sich condensirt. n ? Nucleus.
   11c. Der Cysteninhalt in vier Sporoblasten getheilt.
   11d. Dieselben haben sich abgerundet und zeigen je eine helle kernartige Stelle im Innern.
   11e—f. Die Sporoblasten haben sich zu Sporen entwickelt und je einen sichelförmigen Keim erzeugt.
   11g—h. Eine reife Spore stärker vergrössert. g der sichelförmige Keim von der Seite; h von vorn, nur die kuglig verdickten Enden deutlich zu sehen.

12. Zwei weitere angebliche Entwicklungsstufen der Cysten des Coccidium oviforme nach Waldenburg's Darstellung.
   12a. In den vier Theilstücken des Cysteninhalts sind je vier helle Kügelchen (Kerne nach Waldenburg) aufgetreten.
   12b. Diesen Kernen entsprechend ist jedes der vier Theilstücke in vier kleinere Kügelchen zerfallen. Vergr. 300.
   (Diese Entwicklungsstadien der Cysten wurden bei Aufbewahrung der inficirten Leber in Chromsäure beobachtet.)

13. Aus der Spore ausgetretne sichelförmige Keime der Eimeria falciformis Eim. sp. der Maus; dieselben sind amöboid (?) beweglich und gestaltswechselnd.

Figg. 1—9 nach Aim. Schneider (Arch. zool. expér. IV); Fig. 10 nach Kloss (Abh. der Senckenberg. Gesellsch. I); Figg. 11a—11f nach R. Leuckart (Die Parasiten des Menschen, 2. Aufl.); Figg. 11g—h nach Stieda (Arch. f. pathol. Anatomie 32); Fig. 12 nach Waldenburg (Arch. f. pathol. Anatomie 24); Fig. 13 nach Eimer (Psorospermien der Wirbelthiere).

1
2 a
2 b
3 a
3 b
3 c
3 d
4
5
6
7
8 a
8 b
9 a
9 b
10 a
10 b
10 c
10 d
10 e
10 f
10 g
10 h
11
12
13
cp
pm
dm
ch
spb
s
pc
n
n'
r
a
b
c
d
e
f
g
h

Erklärung von Tafel XXXVIII.

Fig.

1. Klossia octopiana Aim. Schn. aus Cephalopoden.

1a. Ein kleines Exemplar vor Beginn der Sporulation; n der Kern mit ansehnlichem Nucleolus, ct abgehobne Cuticula.

1b. Cyste mit zahlreichen hellen Körpern (Kernen?) im Inhalt.

1c. Cyste mit unreifen Sporen (Sporoblasten?).

1d—f. Reife Sporen mit sichelförmigen Keimen in verschiedner Lagerung und einem Restkörper (r). Vergr. von a—e = 200.

2. Eimeria falciformis Eim. sp.

2a. Ein erwachsenes, nicht encystirtes Individuum in einer Darmepithelzelle der Maus.

2b. Encystirte Form; an beiden Polen der Cyste eine sogen. Mikropyle; im Inhalt der Cyste drei nucleusartige Körper.

2c. Cyste mit stark condensirtem, kugligen Inhalt.

2d. Eine ähnliche Cyste, in deren Inhalt eine Anzahl heller Körperchen aufgetreten sind.

2e. Cyste, deren Inhalt sich zur Spore ausgebildet hat, in welcher eine Anzahl sichelförmiger Keime neben einem Restkörper (r) sich findet.

2f. Eine isolirte Spore mit einer Anzahl sichelförmiger Keime.

2g. Eine ähnliche Spore, deren sichelförmige Keime mit ihrem einen Ende einem Restkörper (r) aufsitzen.

3. Darmepithelzelle des Kaninchens mit einer (nach Waldenburg) angeblich in Viertheilung begriffenen Coccidie. Vergr. 300.

4. Ein isolirter sichelförmiger Keim der Eimeria Schneideri n. sp. (aus dem Darm von Lithobius forficatus); a gestreckt; b sich einkrümmend; c zu unregelmässig ovaler Gestalt zusammengezogen. Vergr. ca. 700.

5. Freie amöbenförmig gestaltete Myxosporidie auf einem Kiemenblättchen von Leuciscus erythrophthalmus. Vergr. ca. 20.

6—10. Myxobolus Mülleri n. g. et sp. von den Kiemen verschiedener Cyprinoiden.

6a. Zwei Kiemenblättchen einer Cyprinoide, von welchen das eine eine ansehnliche Myxosporidie einschliesst (M); Kn das Knorpelstäbchen des Kiemenblättchens.

6b. Spore in der Ansicht von der Flachseite. p Polkörper (Nesselkapsel), n Kern, k glänzendes Körperchen; o die Oeffnung.

7. Sporenschale von der Schmalseite (nach Behandl. mit concentrirter Schwefelsäure).

8. Die beiden Hälften einer solchen Sporenschale getrennt; von der Schmalseite.

9. Eine Spore mit ausgeschnellten Nesselfäden der Polkörper; in Flächenansicht.

10a—b. Zwei Entwicklungsstadien der Sporen; die drei rundlichen Körper in 10a sind wahrscheinlich Kerne; in b sieht man die jugendlichen Nesselkapseln, welche anscheinend in den beiden vorderen Kernen liegen.

11. Zwei Sporen einer Myxosporidie der Hechtkiemen, paarweise in gemeinsamer Hülle eingeschlossen. Vergr. ca. 700.

12—15. Myxidium Lieberkühnii n. g. et sp. aus der Harnblase des Hechts.

12. Stark amöboid verzweigtes Exemplar. Vergr. ca. 60.

13. Exemplar, dessen Oberfläche dicht von queren faltenartigen Erhebungen bedeckt ist; an einem Pole einige Pseudopodien. Vergr. 160.

14. Zur Bildungsgeschichte der Sporen.

14a. Eine sechskernige Keimkugel eines Myxidium Lieberkühnii.

14b. Eine ähnliche, mit einer zarten Hülle bekleidet.

14c. Weiteres Stadium; die Keimkugel hat sich in zwei dreikernige Sporoblasten getheilt.

14d. Die beiden Sporoblasten haben sich länglich gestreckt und nähern sich in ihrer Gestalt der reifen Spore.

14e. Weiter gereifter Sporoblast. Die beiden endständigen Nuclei sind geschwunden, und an deren Stelle haben sich zwei Nesselkapseln ausgebildet.

Fig.

15. Reife Spore; p die Nesselkapseln; n der Nucleus.
16. Geschwänzte Sporen einer Myxosporidie von den Kiemen der Perca fluviatilis. a einfach geschwänzte Spore in Flächenansicht; b eine solche in der Seitenansicht; c doppeltgeschwänzte Spore in Flächenansicht. Vergr. ca. 650.
17. Spore mit Myxosporidie (aus der Harnblase von Lota vulgaris) mit vier Polkapseln; polare Ansicht. Vergr. 600.
18. Myxosporidie von den Kiemen des Gobio fluviatilis. Vergr. ca. 900.

18a. Spore in seitlicher Ansicht.

18b. Aufgesprungene Spore, mit austretendem Inhalt.

18c. Der ausgetretene Inhalt in amöboider Bewegung begriffen.

19. Spore einer Myxosporidie von der Kieme von Tinca vulgaris (in Flächenansicht).
20. Myxosporidie aus der Gallenblase von Lota vulgaris. Vergr. ca. 130.
21. Spore einer Myxosporidie aus der Niere von Lota vulgaris; mit gegabeltem Schwanz. Vergr. ca. 700.
22. Spore einer Myxosporidie aus dem Ovarium von Lota vulgaris. Jede Spore in besonderer heller Hülle. Vergr. ca. 600.
23. Myxosporidienspore aus Nais proboscidea; a in Flächen-, b in seitlicher Ansicht. Vergr. ca. 700.
24. Myxosporidie von den Kiemen der Lota vulgaris; sehr dickes Ectoplasma vorhanden. Vergr. ca. 130.
25. Sarcocystis aus dem Zwerchfell des Schweins; die mit dickem Borstenbesatz versehene Hülle ist an einer Stelle eingerissen. Das Innere dicht mit Sporenkugeln erfüllt, welche zahlreiche Keime enthalten.
26. Keime dieser Sarcocystis. a Keime der jugendlichsten Sarcocysten; b rundliche Keime, an welchen eine Membran deutlich hervorgetreten sein soll und der Inhalt sich zu einem nierenförmigen Körperchen zusammengezogen hat. c gewöhnliche nierenförmige Keime, welche nach Manz aus der Form b durch Platzen der Hülle frei werden sollen. d angebliche Theilungszustände der Keime.
27. Drei Keime einer Sarcocystis nach Leuckart.
28. Eine Sarcocystis mit Borstenbesatz in einer quergestreiften Muskelzelle des Schweins eingeschlossen.
29. Amoebidium parasiticum Cienk.

29a. Ein erwachsenes Exemplar; a die Befestigungsstelle, n einer der zahlreichen Nuclei.

29b. Ein Exemplar, dessen Plasma, der Zahl der Kerne entsprechend, in junge Amöbidien zerfallen ist.

29c. Amöbidium, dessen Inhalt in zahlreiche amöboid bewegliche Sporen zerfallen ist.

29d. Eine freigewordne sich amöbenartig bewegende Spore.

29e. Die Spore ist zur Ruhe gekommen und hat sich mit einer dünnen Hülle bekleidet.

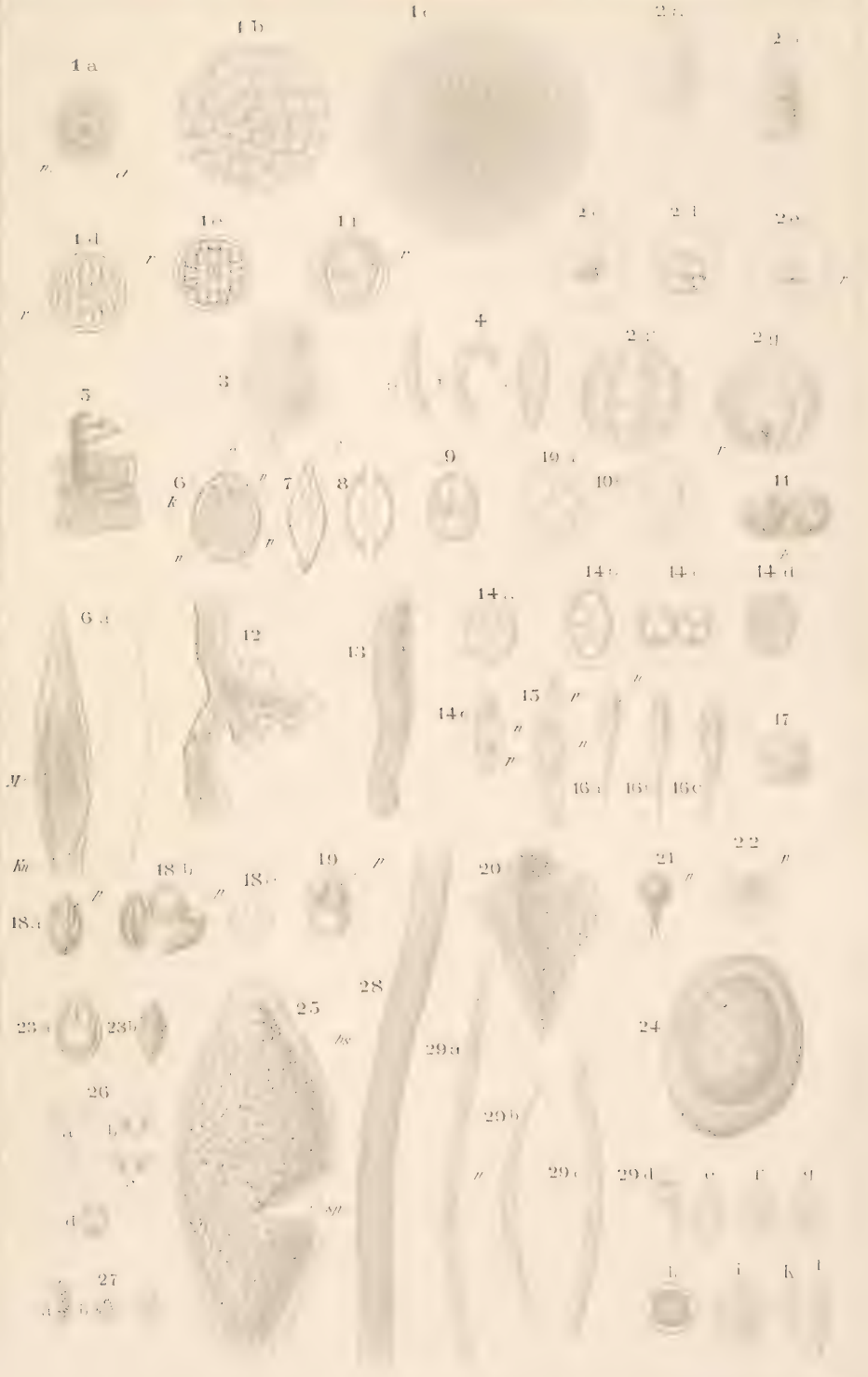
29f—g. Der Sporeninhalt ist in eine grössere Zahl von Amöbidienkeime zerfallen.

29h. Spore mit dicker Hülle (sogen. Ruhezustand Cienkowsky's).

29i. Weiterer Entwicklungszustand einer derartigen Spore; die Hülle hat sich allmählich sehr verdünnt und der Inhalt ist in eine Anzahl Amöbidienkeime zerfallen.

29k u. l. Junge Amöbidien aus einer Spore wie Fig. 29i hervorgegangen. k mit zwei, l mit vier Vacuolen (oder Kernen?). Vergr. von 29a—c 190, e—l 285, 29d 380.

Figg. 1a—c nach Eberth (Zeitsch. f. wiss. Zool. XI); 1d—f nach Aim. Schneider (Arch. zool. exp. IV); Fig. 2 nach Eimer (Psorospermien der Wirbelthiere); Fig. 3 nach Waldenburg (Arch. f. pathol. Anat. 40); Figg. 4, 6—10, 14, 15 nach Bütschli (Zeitsch. f. wiss. Zool. XXXV); Figg. 5, 11—13, 16—24 nach Originalzeichnungen, welche Herr Prof. Lieberkühn die Güte hatte mir zur Benutzung zu überlassen; Figg. 25—26 nach Manz (Arch. f. mikr. Anat. III); Fig. 27 nach Leuckart (Parasiten des Menschen); Fig. 28 nach Rainey (Transact. philos. soc. Vol. 147); Fig. 29 nach Cienkowsky (Botan. Ztg. 1861).


1 a
1 b
1 c
1 d
1 e
1 f
2 a
2 b
2 c
2 d
2 e
2 f
2 g
3
4
5
6
6 a
7
8
9
10
10 a
11
12
13
14 a
14 b
14 c
14 d
14 e
15
16 a
16 b
16 c
17
18 a
18 b
18 c
19
20
21
22
23 a
23 b
24
25
26
27
28
29 a
29 b
29 c
29 d
M
Kn
k
p
r
sp
hs

Erklärung von Tafel XXXIX.

Fig.

1a—c. Orthospora propria Aim. Schn. aus dem Darm von Triton.

1a. Eine Cyste, deren Inhalt sich kuglig condensirt hat, jedoch am einen Pol der Cystenwand noch durch ein feines Plasmafädchen befestigt ist. a fein radiär gestrichelter, d. h. wahrscheinlich von Porenkanälchen durchsetzter äquatorialer Theil der Cystenwand.

1b. Cyste, aus deren Inhalt vier sichelförmige Keime hervorsprossen. Im Inhalt eine grosse Vacuole.

1c. Cyste mit den vier ausgebildeten sichelförmigen Keimen neben dem Restkörper r. Vergr. von 1a—c = 460.

1d—e. Sichelförmiger Keim, stärker vergrössert, in zwei verschiedenen Ansichten. Man sieht deutlich, dass derselbe aus einem mehr hyalinen Theil und einem granulösen, eigenthümlich gestalteten Mittelthеil besteht.

2a—c. Cyclospora glomericola A. Schn. aus dem Darm von Glomeris. Vergr. 600.

2a. Cyste, deren Inhalt sich kuglig condensirt hat. Der Nucleus n ist ganz an die Oberfläche gerückt.

2b. Cyste, deren Inhalt sich in zwei Sporoblasten getheilt hat. Neben diesen finden sich zwei Körperchen a, welche nach dem Undeutlichwerden des Nucleus und vor der Theilung des Cysteninhalts aus dem Plasma austreten.

2c. Cyste mit zwei reifen beschalten Sporen, von denen jede einen Restkörper r und zwei sichelförmige Keime enthält.

3. Isospora rara A. Schn. aus Limax. Ein sichelförmiger Keim, der aus drei Abschnitten zusammengesetzt erscheint, zwei endständigen stark lichtbrechenden und einem mittleren, weniger stark brechenden.

4a—b. Klossia Soror A. Schn. aus der Niere von Neritina fluviatilis. Vergr. ca. 360.

4a. Cyste, deren condensirter Inhalt auf seiner Oberfläche zahlreiche Sporoblasten hervorsprosst.

4b. Cyste mit fertigen Sporoblasten und einem Restkörper r.

4c—d. Sogen. Drepanidium Ranarum R. Lank.

4c. Blutkörperchen eines Frosches, das vor und hinter seinem Zellkern (n) je ein sogen. Drepanidium Ranarum R. Lank. einschliesst.

4d. Ein solches Drepanidium nach seinem Austritt aus dem Blutkörperchen, zeigt in seinen beiden Enden je ein stärker lichtbrechendes Körperchen (nach Gaule).

4e. Ein ebensolches Drepanidium nach R. Lankester.

Für sämmtliche Abbildungen der Mastigophoren sind übereinstimmende Bezeichnungen für die nachstehend verzeichneten Theile gewählt worden: Der Nucleus n, die contractile Vacuole cv, das sogen. Stigma (Augenfleck) o, aufgenommene Nahrung N, die nahrungsaufnehmende Vacuole nv, die Chromatophoren (Endochromplatten) Ec, Chlorophyllkörner ch, Stärkemehleinschlüsse am, Paramyloneinschlusse pam, sogen. Amylonkerne (Pyrenoide) amk, Mundöffnung m, Schlund s, Afterstelle a.

5a—e. Trypanosoma sanguinis Gruby aus dem Blut von Rana.

5a. Form mit unentwickelter oder eingezogner undulirender Membran.

5b—e. Verschiedene Formen mit verschiedengradiger Entwicklung des undulirenden Saumes und der Geissel. Vergr. ca. 500.

5f. Trypanosoma Carassii Mikroph. aus Blut von Cyprinus carassius.

Fig.

6a. Trypanosoma Balbianii Certes aus dem Magen von Ostrea. Vergr. 400.

6b—c. Trypanosoma Eberthii S. Kent aus dem Darm verschiedener Vögel. b. im beweglichen, c. im ruhenden Zustand. Vergr. 700.

7a—f. Ciliophrys Infusionum Cienk. 7a. Ein Exemplar im flagellatenartigen Zustand nach Einziehung der Pseudopodien. 7b. Der heliozoënartige Zustand ohne Geissel und mit zahlreichen feinen Pseudopodien. 7c. Mehrere (wahrscheinlich drei) im heliozoënartigen Zustand copulirte Individuen, von welchen sich eines zu einem Flagellaten umgebildet hat und im Begriff ist, sich loszutrennen. Die anderen Individuen werden gleichfalls bald in den Flagellatenzustand übergehen. 7d. Theilungszustand der flagellatenartigen Form; die beiden so entstehenden Sprösslinge trennen sich jedoch nicht vollständig von einander, sondern vereinigen sich wieder durch Copulation. 7e zeigt einen solchen Verschmelzungszustand und 7f die durch völlige Verschmelzung zweier solcher Theilsprösslinge entstandene zweigeisselige bewegliche Zygote, deren weiteres Schicksal unbekannt ist. Vergr. der Figg. ca. 500.

8. Actinomonas mirabilis Kent. Vergr. 800.

9. Mastigamoeba aspera F. E. Sch. kriechend; das Hinterende zeigt zahlreiche haarartige Fortsätze, entsprechend denen zahlreicher Amöben, die übrige Oberfläche ist dicht mit den bacterienartigen Stäbchen bedeckt. Vergr. 250.

10a—b. Mastigamoeba lobata (?) St. sp. a. Im kriechenden Zustand, b. im schwimmenden, mehr flagellatenartigen Zustand. Vergr. ca. 1000.

11a—b. Cercomonas crassicauda Duj. 11a. Gewöhnliche Form, m die bläschenförmige Mundstelle; 11b amöboid veränderliche Form, die am Hinterende rasch wechselnde Pseudopodien aussendet.

11c. Cercomonas longicauda Duj. Längstheilungszustand. Vergr. der Figg. 11a bis c = 400.

12a—d. Cercomonas (typica Kent). 12a. Angebliche Quertheilung, wobei der zwischen den beiden Sprösslingen ausgezogene Plasmafaden zu den Schwanzfortsätzen derselben werden soll. 12b. Zwei amöboid gewordene Individuen im Begriff zu copuliren. Die Geisseln sind noch vorhanden und die eigentlichen Körper scharf von den Pseudopodien zu unterscheiden. 12c. Weiteres Stadium der Verschmelzung. Die Pseudopodien haben sich zu gemeinsamer Plasmamasse vereinigt, die beiden Körper dagegen sind noch nicht ganz verschmolzen. 12d. Dünnwandige aus der Copulation hervorgegangene Cyste. 12e. Dieselbe ist aufgeplatzt und sendet nach allen Seiten die minutiösen feinen Sporen aus.

Figg. 1, 2, 3 und 4a—b nach Aimé Schneider (Arch. zoologie expérim. IX); Figg. 4c bis d, 5a—d nach Gaule (Arch. f. Anat. u. Physiol. Phys. Abth. 1880 u. 81); Fig. 4e nach R. Lankester (Quart. journ. micr. sc. N. s. 22); Fig. 5e nach R. Lankester (Q. j. m. sc. N s XI); Fig. 5f nach Mitrophanow (Biolog. Centralbl. 1882); Fig. 6a nach Certes (Bullet. soc. zool. France 1882); Fig. 6b—c nach Eberth (Zeitsch. f. wiss. Zool. XI); Figg. 7a—b u. 10a—b nach Bütschli (Zeitsch. f. wiss. Zool. XXX); Fig. 8 nach S. Kent (Manual of infusoria); Figg. 10a—c nach Stein (Organismus der Flagell.); Figg. 12 nach Dallinger und Drysdale (Monthly microsc. journ. 1873).

1a.
1b
1c
1d
1e
2a
2b
2c
3.
4a
4b
4c
4d
4e
5a
5b
5c
5d
5e
5f
6a
6b
6c
7a.
7b.
7c.
7d
7e
7f
8
9
10a
10b.
11a
11b
11c
12a
12b
12c
12d
12e

Erklärung von Tafel XL.

Fig.

1a—g. Herpetomonas Muscae Burn. aus dem Darm von Musca domestica. a. Jugendliche Form. 1b—c. Aeltere Form in verschiedenen Contractionszuständen. 1d. Alte, fast starre, nur noch wenig biegsame Form. 1e—g. Verschiedene Längstheilungszustände nach der Auffassung Stein's. Vergr. 440.

2a—e. Oikomonas Termo Ehrbg. sp. 1a. Einige Exemplare, die sich mit dem etwas ausgezogenen Hinterende auf einer Bacterienhaut befestigt haben. 2b—d. Ein Individuum in drei verschiedenen Stadien der Nahrungsaufnahme. 2b zeigt die nahrungsaufnehmende Vacuole bei nv und einen kleinen Nahrungskörper N, der von der Geissel gegen diese Vacuole geschleudert wird. In 2c hat die beträchtlich vergrösserte Vacuole den Nahrungskörper in sich aufgenommen und ist im Begriff nach hinten zu rücken; in 2d ist die Vacuole schon bis gegen die Mitte des Seitenrandes nach hinten gerückt und eine neue beginnt sich zu bilden. 2e. Ein Individuum mit amöboid veränderlichem Hinterende. Vergr. von 2b—d = 700, der übrigen Figg. = 440.

3a—c. Oikomonas mutabilis Kent. 3a. Ein mit ansehnlichem stielförmigen Plasmafaden des Hinterendes befestigtes Thier. N aufgenommener Nahrungskörper in einer nahrungaufnehmenden Vacuole. Vergr, 600. 3b. Längstheilungszustand. 3c. Sporenhaufen, der durch Zerfall eines encystirten Thiers entstanden sein soll; von einer Cystenhülle ist jedoch nichts angegeben.

4a—b. ? Oikomonas sp. (sogen. Pseudospora parasitica Cienk.) aus faulenden Spirogyrenzellen. 4a. Ein Individuum vor dem Eindringen in die Algenzelle. 4b. Ein amöboid umgestaltetes Individuum aus einer Algenzelle. 4c. Der encystirte Ruhezustand, dessen Inhalt sich nach Ausstossung der unverdauten Nahrungsreste in einige Sprösslinge getheilt hat. Vergr. 320.

4c—d. ? Oikomonas sp. (sogen. Pseudospora Nitellarum Cienk.) aus faulenden Nitellen. 4c. Die Flagellate. 4d. Der Dauerzustand, welcher zwei Cystenhüllen (z und c) besitzt, zwischen denen sich die ausgestossenen Nahrungsreste N finden. Vergr. 320 (?).

5a—k. ? Oikomonas Dallingeri Kent sp. (sogen. Monas Dallingeri Kent). 5a. Aeltere Form; um die Basis der Geissel findet sich eine Art Scheide oder Verdickung, die etwas an die Kragenbildung der Choanoflagellata erinnert. 5b. Gewöhnliche Form ohne diese Auszeichnung der Geissel. (Vergr. = 1300.)

5c—g. Eigenthümlicher Fortpflanzungsprocess durch Theilung. 5c. Der Körper nimmt eine mehr kuglige Gestalt an und wird schliesslich, indem die Bewegung erlischt, ganz kuglig (5d). Hierauf geht die Geissel verloren und es treten plötzlich zwei sich kreuzende Furchen am Körper auf (5e); die Zahl der Furchen vermehrt sich und dieselben zeigen eine eigenthümliche Anordnung (5f). Schliesslich zerfällt der Körper entsprechend den Furchen in eine grosse Anzahl Sprösslinge (5g), die sich nach Ausbildung der Geisseln zerstreuen.

5h—k. Der Copulationsprocess. 5h. Ein sehr grosses und ein kleines Individuum haben sich vereinigt und schwimmen mit einander umher. 5i. Die aus der Copulation eines derartigen Paares hervorgegangene dünnwandige Cyste. 5k. Dieselbe ist aufgesprungen und hat eine eiweissarartige Flüssigkeit entleert, in der sich nichts von Sporen wahrnehmen lässt.

Fig.

6a—b. Chromulina flavicans Ehrbg. sp. 6a. Sehr grosses Individuum, das eine Navicula (N) gefressen hat. 6b. Wahrscheinlicher Ruhezustand; in einer körnigen Gallertkugel eingehüllt, hat sich die Chromulina durch fortgesetzte Längstheilung vermehrt, indem die Sprösslinge sich zu einem Ring zusammengruppiren. Vergr. von a = 440, von b = 325.

7a—b. Acyromonas sigmoides Kent. Marin. 7a. Ein mit der Geissel festgeheftetes Individuum. 7b. Schiefer Quertheilungszustand nach Kent. Vergr. ca. 1300.

8. Platytheca micropora St. Kleines Stück einer Wasserlinsenwurzel, auf der vier Individuen befestigt sind, darunter eines, das sich in seiner Hülle getheilt hat. Der geisselartige Faden des Vorderendes wurde nicht in Bewegung beobachtet, daher ist die Flagellatennatur dieser Form noch etwas zweifelhaft. Vergr. = 440.

9. Codonocca costata J.-Clark. Marin. Vergr. = 1000.

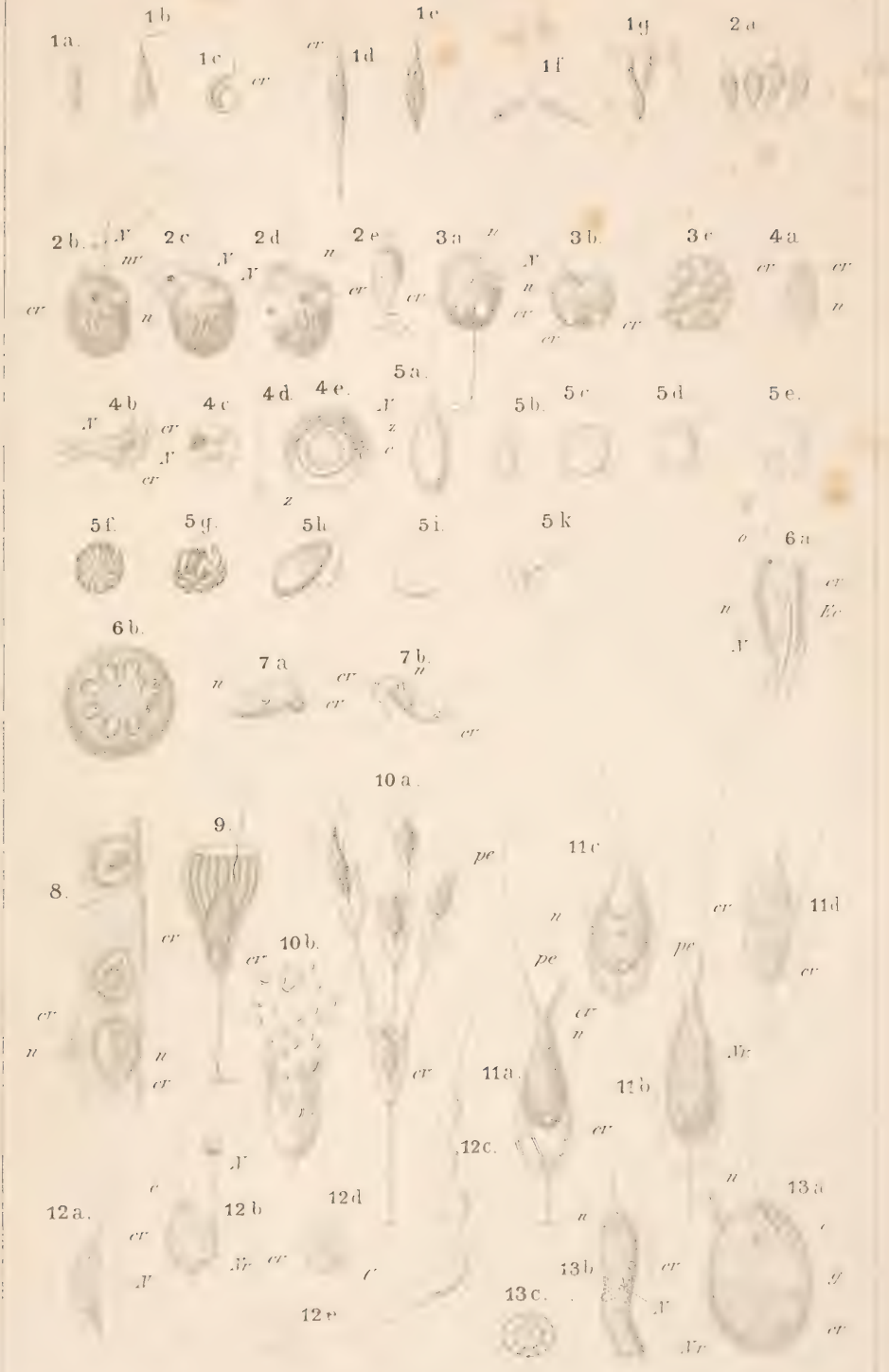
10a—b. Poteriodendron petiolatum St. 10a. Ein junger nur aus wenigen Individuen bestehender Stock. Zwei Individuen weit vorgestreckt und mit geöffnetem sogen. Peristom (pe). Vergr. 325. 10b. Gehäuse, dessen Inwohner sich nach der Beschreibung Kent's in zahlreiche sporenartige Körper zertheilt haben soll. Vergr. ca. 600.

11a—d. Bicosoeca lacustris J.-Clark. 11a—b, Zwei Individuen, welche ihre den sogen. Peristomfortsatz (pe) tragenden Vorderenden aus dem Gehäuse vorgestreckt haben. a in seitlicher, b in vorderer Ansicht. 11c. Individuum, das sich durch Contraction des Befestigungsfadens und des Körpers in den Grund des Gehäuses zurückgezogen hat, dessen Mündung sich hierbei zusammenzieht. 11d. Quertheilungszustand; der hintere Sprössling hat seine Geissel schon entwickelt; das Gehäuse wird wahrscheinlich mitgetheilt. Vergr. der Figg. = 650.

12a—e. Monas Guttula Ehrbg. sp. 12a. Ein Individuum, das in seine sehr ausgedehnte Nahrungsvacuole einen grossen Mycelfaden aufgenommen hat. 12b. Ein mit stielförmig ausgezogenem Plasmafaden des Hinterendes befestigtes Thier, das im Begriff ist, mit seiner nahrungaufnehmenden Vacuole einen Nahrungskörper (N) aufzunehmen; e die sogen. Mundleiste. 12c. Eigenthümlicher Theilungszustand (nach der Auffassung Cienkowsky's gleichzeitige Theilung in vier Sprösslinge). 12d. Ein Individuum, das innerlich eine Cyste ausgebildet hat. 12e. Die fertige und isolirte Cyste (Dauerzustand). Vergr. von 12a—b = 1060, von d—e = 800, 2c = 600.

13a—c. Monas vivipara Ehrbg. sp. 13a. Individuum mit zarter gallertartiger Hülle. Auf der linken Seite erhebt sich ein Pseudopodium, das die Gallerthülle vorstülpt. e die Mundleiste. 13b. Amöboid veränderliches Individuum. 13c. Der Nucleus. Vergr. von 13a—b = 650 und 440.

Figg. 1, 2a und e, 6, 8, 10a, 11a, c—d und 13b nach Stein (Organismus d. Flagell.); Figg. 2b—d und 11b nach Bütschli (Z. f. w. Z. XXX); Figg. 3a—c, 7 und 10b nach Kent (Manual); Figg. 4a—d nach Cienkowsky (Arch. f. mikr. Anat. I); Figg. 12a—e nach demselben (ibid. VI); Figg. 5 nach Dallinger und Drysdale (Monthly micr. journ. 1874 Febr.); Figg. 13a und c Originalia.


1a.
1b
1c
1d
1e
1f
1g
2a
2b.
2c
2d
2e
3a
3b.
3c
4a
4b
4c
4d.
4e.
5a.
5b.
5c
5d
5e.
5f.
5g.
5h
5i.
5k
6a
6b.
7a
7b.
8.
9.
10a.
10b.
11a.
11b
11c
11d
12a.
12b
12c.
12d
12e
13a
13b
13c.

Erklärung von Tafel XLI.

Fig.

1a—c. Monas Guttula Ehrbg. sp. Drei aufeinanderfolgende Stadien der Längstheilung. Vergr. 440.

2a—d. Monas (Physomonas Kent) socialis Kent. 2a Ein Längstheilungszustand. Vergr. ca. 1000. 2b. Eine mit zahlreichen Sprösslingen (Sporen Kent's) erfüllte Cyste, auf dem erhärteten Stiel des Individuums. Vergr. 2000. 2c. Eine auf zwei Stielen befestigte ähnliche Cyste, die wahrscheinlich aus der Copulation zweier gestielter Thiere hervorging. Der Inhalt erscheint in zwei Portionen gesondert, wahrscheinlich der Beginn des Zerfalls in Sprösslinge. Vergr. 1500. 2d. Ein aus der Cyste Fig. 2b ausgetretener Sprössling, der zunächst nur eine Geissel besitzt. Vergr. 2500.

3. Poteriodendron (Stylobryon Kent) epistyloides Kent. Eine Kolonie. Vergr. 1500.

4a. Bicosoeca lacustris J.-Clark. Vollendeter Quertheilungszustand nach Kent. Der vordere Sprössling ist im Begriff das Gehäuse zu verlassen. Vergr. 1250.

4b. Bicosoeca (Hedracophysa Kent) Bulla Kent sp. Vergr. 1500.

5. Anthophysa vegetans O. F. M. sp.

5a. Ein isolirtes Individuum, aus der Auflösung einer Kolonie herrührend. K eine sogen. Keimkugel Stein's, wahrscheinlich ein eingedrungener Parasit.

5b. Ein schwächlich entwickelter Zweig einer Kolonie mit einer geringen Zahl von Individuen seiner Endtraube.

5c. Reich verzweigte ansehnliche Kolonie mit sehr zahlreichen Endtrauben, deren eine, K, in Theilung. Vergr. 220.

5d. Cyste eines isolirten Individuums nach Kent, deren Inhalt in zahlreiche Sprösslinge zerfallen ist.

5e. Entsprechende Cyste, die sich geöffnet hat und die zunächst eingeisseligen Sprösslinge entlässt. Vergr. von 5d—e = 530.

5g. Isolirtes Anthophysaindividuum, das spitzige Pseudopodien aussendet. Vergr. 440.

5h. Grosses Individuum in der Aufnahme eines Nahrungskörpers N begriffen. Vergr. 760.

5i. Endzweig einer Kolonie mit sehr individuenreicher Endtraube; dieselbe ist im optischen Durchschnitt dargestellt, um die Befestigungsweise und die Gruppirung der Individuen auf dem knopfförmig angeschwollenen Ende des Zweiges zu zeigen.

6a—c. Dendromonas virgaria Weisse sp. a. Jugendliche nur aus drei Individuen bestehende Kolonie. Vergr. 440. b. Reich entwickelte alte Kolonie. Vergr. 320. c. Junge Kolonie von nur zwei Individuen, die beide in Längstheilung begriffen sind. Vergr. von c 1000.

7. Dendromonas (Cladonema Kent) laxa Kent. Ein Individuum einer Kolonie, das in einer seitlichen ansehnlichen Nahrungsvacuole einen Nahrungskörper N aufgenommen hat. Vergr. ca. 2000.

8a—c. Cephalothamnium caespitosa Kent (= Cyclopum St.) von Cyclops. a. Jugendliche nur aus zwei Individuen bestehende Kolonie, davon das eine in Nahrungsaufnahme begriffen. b. Ein Individuum, das zahlreiche fingerförmige Pseudopodien an seiner Oberfläche aussendet. c. Reich entwickelte Kolonie. Vergr. von 8a = 650, 8c = 440.

9a—c. Dinobryon Sertularia Ehrbg. a. Ein Gehäuse einer Kolonie, dessen Inwohner sich getheilt hat, der eine Sprössling ist im Grunde des Gehäuses geblieben, der andere dagegen hat sich im Mündungsrand desselben befestigt, jedoch noch kein Gehäuse abgeschieden. Vergr. 700. b und c. Dauercysten nach Stein und Bütschli.

10. Dinobryon stipitatum St. Längstheilungszustand eines Individuums im Gehäuse, das nicht mit gezeichnet ist. Die neuen Geisseln haben sich schon dicht neben den alten entwickelt, jedoch noch nicht die definitive Länge erreicht. Am Hinterende sprosst ein zweiter Schwanzfaden st hervor. Vorn beginnt die Theilfurche sich bemerklich zu machen. Vergr. ca. 6—700.

Figg 1, 5a, 5e, 5g—i, 6a—b, 8a und c, 9b nach Stein (Organismus); Figg. 2a—d, 3, 4a—b, 5d—f, 6c, 7 und 8b nach Kent (Manual); 5b, 9a und c nach Bütschli (Z f. w. Z. XXX); Fig. 10 nach Pelletan (Journ. de microscp. 1882).

1a.
1b
1c
2a
2b
2c
2d
5i.
5f.
3.
4a
5a
5b.
5d
4b
K
10
5e
5c
K
Ec
st
6a.
6b
9c
5h
5g
9a
8c
7
8a
8b
6c.
9b.

Erklärung von Tafel XLII.

Fig.

1. Dinobryon Sertularia Ehrbg. sp. Mässig entwickelte junge Kolonie, auf der sich einige farblose eingeisselige Flagellaten (M) angesiedelt haben, die wahrscheinlich nicht in den Entwicklungskreis des Dinobryon gehören. Vergr. 440

2. Epipyxis Utriculus Ehrbg. a. Ein gewöhnliches Individuum in seinem aufgewachsenen Gehäuse. b. Ein schief quergetheiltes Individuum; der hintere Sprössling noch ohne Geissel. Vergr. 650.

3. Uroglena Volvox Ehrb. a Die Hälfte einer kugelförmigen ansehnlichen Kolonie. Vergr. 400. b. ein encystirtes Individuum einer Kolonie, das sich unter dem Schutz der Cystenhülle in vier Sprösslinge getheilt hat. c. Grössere dickschalige Cyste, die nach Kent wahrscheinlich als Zygote aufzufassen ist; ihr Inhalt ist in sehr zahlreiche kleine sporenartige Theilstücke zerfallen. Die Cyste ist künstlich gesprengt und daher die Sporen z. Th. ausgetreten. Vergr. 260. d. Einige benachbarte Individuen einer Kolonie stärker vergrössert.

4. Amphimonas globosa Kent. a. Individuum, das in einer seitlichen Nahrungsvacuole Nv einen Nahrungskörper eingeschlossen hat. b. Individuum, das mit einer sehr ausgedehnten nahrungaufnehmenden Vacuole einen ansehnlichen Bacillus zu ergreifen im Begriffe steht. Vergr. von a ca 500.

5. Deltomonas Cyclopum Kent. a. Ein Individuum, wie sie sich gewöhnlich gruppenweise auf Cyclops befestigt finden. Vergr. ca. 1800. b. Längstheilungszustand; auf jedem der beiden Lappen des Vorderendes hat sich eine zweite Geissel entwickelt, so dass also jeder derselben zu dem Vorderende eines der beiden Sprösslinge wird. c. Angebliche Cyste mit zahlreichen sogen. Sporen im Innern.

6. Dinomonas tuberculatus Kent. Ein Individuum, das einen ansehnlichen Bacillus aufgenommen hat. Vergr. 1800.

7. Pseudospora Volvocis Cienk. a und b zwei Individuen, die von gewissen Stellen der Körperoberfläche spitzige Pseudopodien aussenden. a zeigt deutlich die fein radiär gestrichelte Hautschicht und enthält zahlreiche grüne bis braune Nahrungskörper N. c. Encystirter Dauerzustand mit drei Hüllen, s eine äusserste zarte, wahrscheinlich gallertige Hülle (der sogen. Schleier nach Cienkowsky), z die Zellhülle und c die Cystenhülle nach der Bezeichnung Cienkowsky's, zwischen den beiden letzteren bemerkt man die ausgestossenen unverdauten Nahrungsreste N. Vergr. von 7b—c = 320.

8. Diplomita socialis Kent. Ein Individuum auf einem Algenfaden festgeheftet. Vergr. 1500.

9. Rhipidodendron splendidum St. a. Reich entwickelte Kolonie. Vergr. 200. b. Junge noch unverzweigte Kolonie stärker vergrössert. c. Ein isolirtes Kolonialindividuum. Vergr. 700.

10. Spongomonas Sacculus Kent. Eine von der Wasseroberfläche herabhängende erwachsene Kolonie. Vergr. 3—4

11. Cladomonas fruticulosa St. Erwachsene Kolonie. Die Endzweige der Gehäuseröhre sind zum Theil leer, indem die Flagellaten z. Th. die Kolonie verlassen haben. In einem Endzweig der Röhre sind zwei durch Längstheilung hervorgegangene Flagellaten enthalten. Dicht daneben ist zu sehen, wie durch Ausscheidung besonderer Röhren um solche Theilsprösslinge die Verzweigung der Gehäuseröhre sich vollzieht. Vergr. 325.

12. Spongomonas Intestinum Cienk. sp. Theil einer fadenförmigen auf einer Unterlage flach aufgewachsenen Kolonie. In der Axe derselben ist ein kanalartiger Flüssigkeitsraum bemerkbar. Vergr. 300.

13a. Spongomonas Discus St. Flach scheibenförmige Kolonie auf einer Unterlage aufgewachsen. Vergr. 325.

13b. Spongom. Intestinum Cienk. Kleiner Theil einer zerzupften Kolonie, der zeigt, dass die Individuen in engen Flüssigkeitshüllen innerhalb der Kolonialgallerte liegen und dass bei der Vermehrung durch Längstheilung sich innerhalb dieser Hüllen ganze Gruppen von Individuen bilden; dasselbe ist, wenn auch weniger deutlich, auch auf den Figuren 12 und 13a zu erkennen. Vergr. 440.

Figg. 1, 2, 3a, 9, 11, 12, 13 nach Stein (Organismus); Figg. 3b—c, 4, 5, 6, 8 und 10 nach Kent (Manual); Figg. 7b—c nach Cienkowsky (Arch. f. mikr. Anat. I); Fig. 3d nach Bütschli (Z. f. w. Z. XXX); Fig. 7a Original.

1.
2 a.
2 b.
3 c.
3 a.
3 b.
5 a
5 b
6
3 d.
4 b.
4 a.
5 c
7 b.
7 a.
7 c.
11.
8.
10
9 a.
9 b.
12.
13 b.
13 a.

Fig.

7a—b. Copulationszustände von Chlamydomonas pulvisculus. 7 a. Eine Mikro- und eine Makrogonidie haben sich mit ihren Vorderenden vereinigt; die Geisseln der Mikrogonidie sind noch erhalten. 7 b. Das Plasma der Mikrogonidie hat sich unter Zurücklassung seiner Schalenhülle mit dem der Makrogonidie vereinigt; die Geisseln sind geschwunden. Vergr. 480.

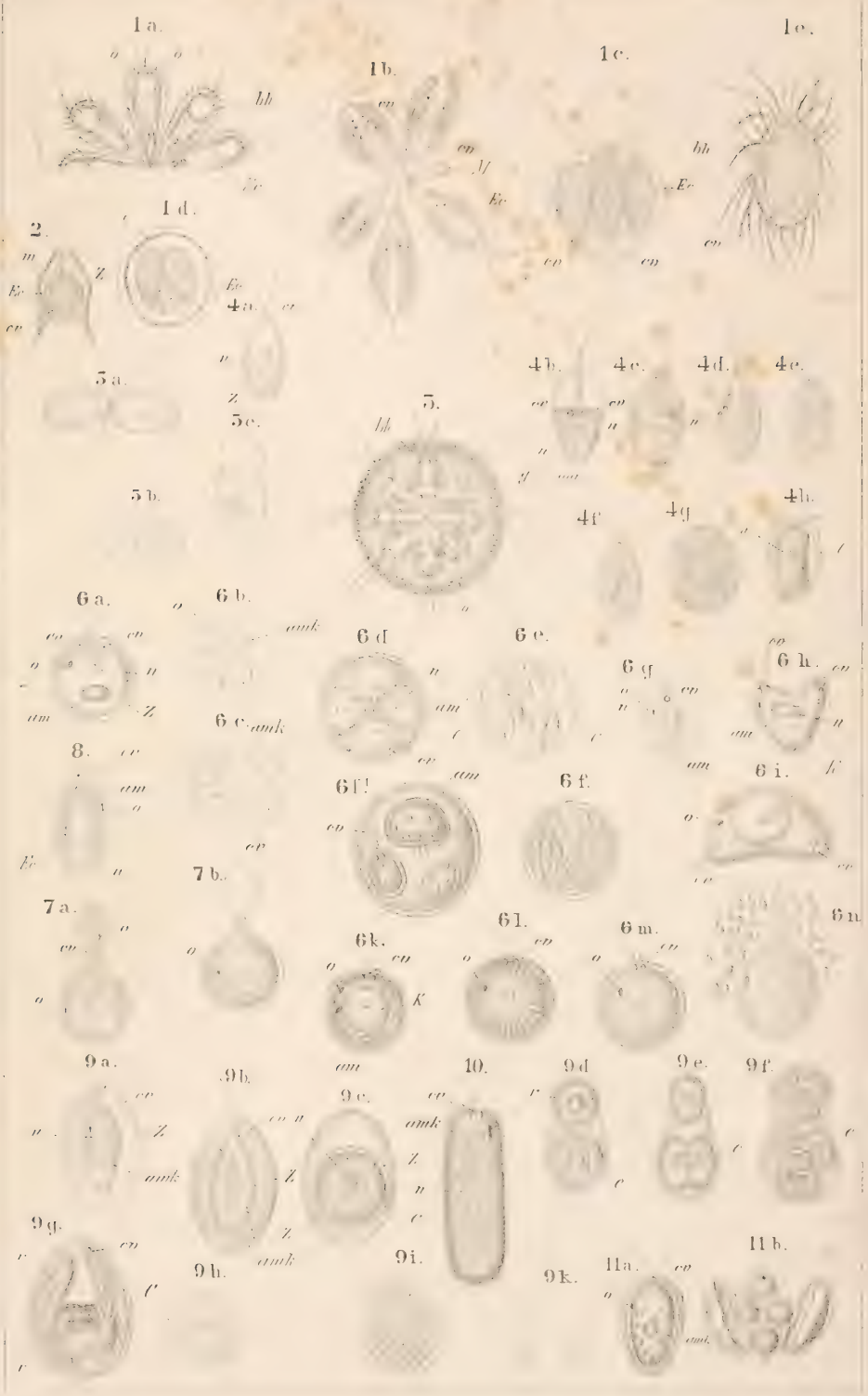
8. Chlamydomonas alboviridis St. Gewöhnliches Individuum. ch die einfache Chlorophyllplatte (Chromatophor). Vergr. = 650.

9a—k. Haematococcus lacustris Girod. sp. 9 a. Gewöhnliches Individuum mit weit abstehender Schalenhülle (z). 9 b. Aehnliches Individuum, dessen Plasmakörper durch zahlreiche radiäre pseudopodienartige Fortsätze mit der Schalenhülle verbunden ist. 9 c. Der Dauerzustand mit dem encystirten Körper (c) in der Schalenhülle (z). 9 d. Der encystirte Körper ist durch Auflösung der Schalenhülle frei geworden und hat sich getheilt. 9 e. Der eine der Sprösslinge hat sich nochmals getheilt, die Cystenhülle (c) ist aufgebrochen und einer der Sprösslinge in eine secundäre Hülle eingeschlossen durch die Aufbruchsstelle hervorgetreten. 9 f. Aehnlicher Zustand mit zahlreicheren Theilsprösslingen. 9 g. Dauerzustand mit drei Theilsprösslingen, die ihre Geisseln z. Th. schon wieder erlangt haben, davon einer in Längstheilung begriffen. 9 h. Polytoma ähnlicher Vermehrungszustand mit einer Anzahl Theilsprösslingen in der Schalenhülle und durch Besitz der urpsrünglichen beiden Geisseln noch beweglich. 9 i. Dauerzustand mit Mikrogonidienbildung. 9 k. Zwei frei gewordene Mikrogonidien. In sämmtlichen Abbildungen bedeutet r das rothe Pigment (Haematochrom). Vergr. von 9 a—b = 480, von c—f = 400, von g = 600.

10. Chlamydomonas obtusa A. Br. (grandis St.). Altes, grosses Individuum mit zahlreichen Amylonkernen (amk). Vergr. 520.

11a—b. Coccomonas orbicularis St. 11 a. Gewöhnliches Individuum. 11 b. Vermehrungszustand. Die Coccomonas hat sich durch fortgesetzte Zweitheilung in der Schalenhülle zu vier Sprösslingen vermehrt, welche sich durch Sprengung der Schale in zwei Hälften befreien. Vergr. 440.

Figg. 1 a und e, 2—3, 4 a—h, 6 a, 6 d—n, 7, 9 a—g und 11 nach Stein (Organismus); Figg. 1 b—d nach Bütschli (Z. f. w. Z. XXX); Fig. 5 nach Dallinger und Drysdale (Monthly micr. j. 1874); Figg. 6 b—c nach Cienkowsky (Bot. Zeitung 1868); Figg. 9 h—k nach Cohn (Nova Acta XXII); Fig. 8 Original.


1a.
1b.
1c.
1d.
1e.
2.
3a.
3b.
3c.
4a.
4b.
4c.
4d.
4e.
4f.
4g.
4h.
5.
6a.
6b.
6c.
6d.
6e.
6f.
6g.
6h.
6i.
6k.
6l.
6m.
6n.
7a.
7b.
8.
9a.
9b.
9c.
9d.
9e.
9f.
9g.
9h.
9i.
9k.
10.
11a.
11b.

Erklärung von Tafel XLIV.

Fig.

1a—d. Chlorogonium euchlorum Ehrbg. 1a. Grosses starres Individuum der schmalen Varietät; statt der zwei hier verzeichneten contractilen Vacuolen finden sich nach neueren Untersuchungen zahlreiche. 1b. Vermehrungszustand durch Bildung von Makrogonidien ähnlich Polytoma. Die drei sichtbaren Sprösslinge sind durch quere Theilung entstanden und haben sich nachträglich in der abgebildeten Weise zusammengeschoben. 1c. Mikrogonidienbildung, Endzustand. Der Körper ist innerhalb der Schalenhülle in sehr zahlreiche kleine Sprösslinge zerfallen. 1d. Copulationszustand zweier frei gewordener Mikrogonidien. Vergr. von 1a 325, der übrigen Figuren 440.

2a—d. Chlorangium stentorinum Ehrbg. 2a. Gewöhnliches freischwimmendes Individuum. 2b. Ein festgeheftetes Individuum, das einen Gallertstiel ausgeschieden hat und in der Schalenhülle viergetheilt ist. 2c. Eine Kolonie, wie sie sich aus dem Zustand von 2b entwickelt, indem die Schalenhülle des Mutterindividuums aufbricht und die befreiten Sprösslinge neue Gallertsticle ausscheiden. 2d. Encystirter Dauerzustand (?). Vergr. von 2a—b = 440.

3a—f. Phacotus lenticularis Ehrbg. sp. 3a. Ein Individuum in Ansicht auf die Flachseite (sch die Schale). 3b. Ein ebensolches in der Ansicht auf die Schmalseite. 3c. Vermehrung durch Bildung von Makrogonidien. Der Körper hat sich innerhalb der Schale in vier Sprösslinge getheilt, die schon eigene Schalen gebildet haben und durch Aufbrechen der beiden Klappen der Mutterschale frei werden, jedoch noch in einer zarten Blase eingeschlossen. 3d. Bildung von Mikrogonidien durch Zerfall des Körpers in zahlreiche kleine Sprösslinge. 3e. Freiwerden dieser Mikrogonidien ähnlich wie der Makrogonidien in 3c. 3f. Copulation zwischen Mikrogonidien und zwei Makrogonidien, die noch in der Blase eingeschlossen sind, daneben liegt die aufgeklappte Mutterschale dieser Makrogonidien. Vergr. von 3a—b = 650, von 3c = 440.

4a—b. Phacotus angulosus Cart. sp. 4a. Individuum von der Breitseite; der Weichkörper ist in vier Sprösslinge zerfallen. 4b. Ein Individuum von der Schmalseite.

5. Hymenomonas roseola St. Ein Individuum. cu die weiche feingekerbte cuticulaartige Hülle. f ein fettartiger Körper. Vergr. 650.

6a—b. Stylochrysalis parasitica St. 6b. Ein gewöhnliches Individuum auf steifem Stiel. 6a. Ein Quertheilungszustand. Vergr. 650.

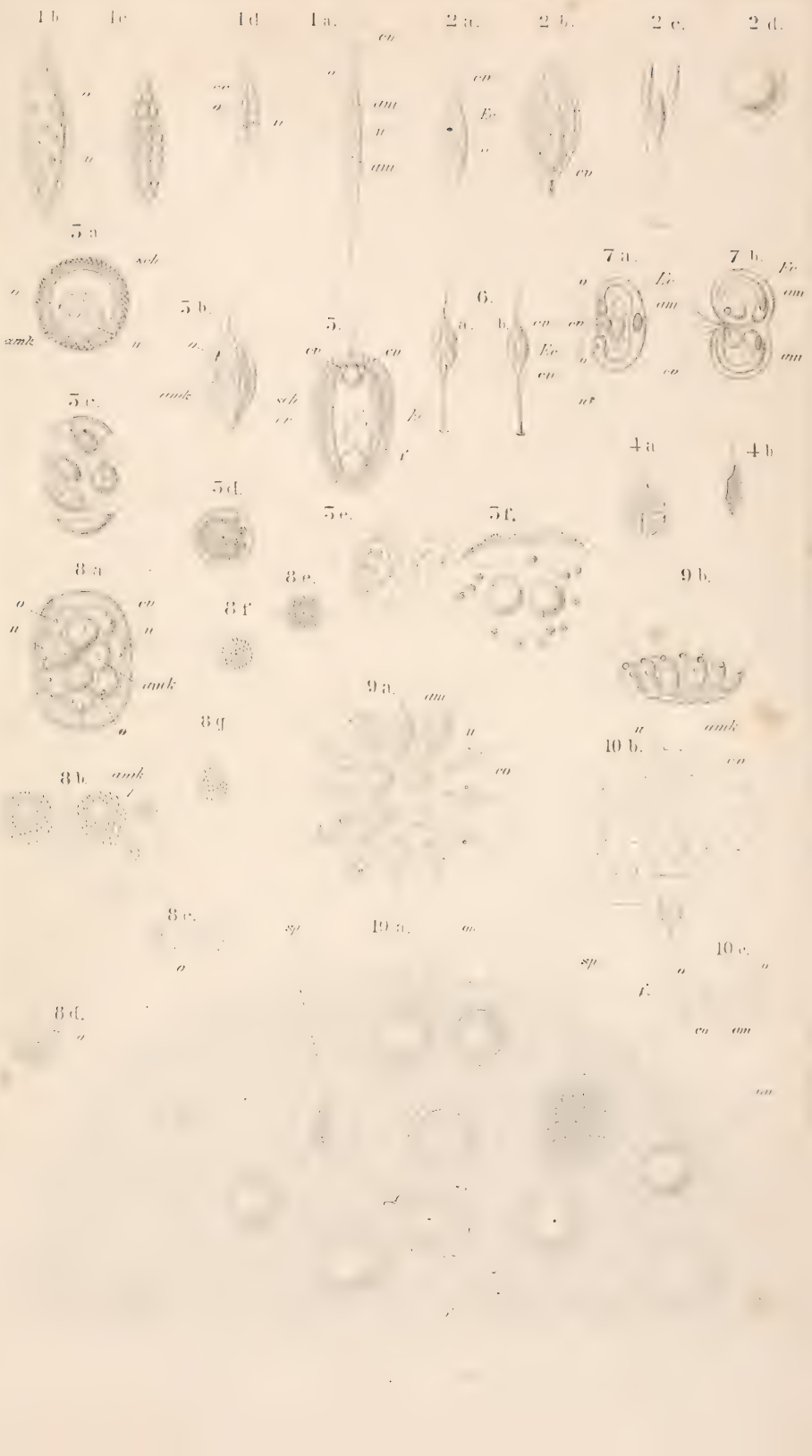
7a—b. Nephroselmis olivacea St. 7a. Gewöhnliches Individuum. 7b. Längstheilungszustand. n? wahrscheinlich der Zellkern. Vergr. 650.

8a—g. Pandorina Morum Ehrbg. 8a. Eine Kolonie von 16 Individuen mit durch secundäre Verdickungsschichten verstärkter Kolonialhülle. 8b. Einige Zellen einer grossen in Auflösung begriffenen Geschlechtskolonie, umschwärmt von den freigewordenen kleinen Individuen einer kleineren geschlechtlichen Kolonie, 1 Copulation eines grossen und eines kleinen Individuums. 8c. Copulation zweier Gameten von gleicher Grösse. 8c. Freischwimmende viergeisselige aus der Copulation hervorgegangene Zygote. 8d. Encystirte Zygote. 8f. Die aufbrechende Zygote; der Inhalt tritt, noch in eine feine Haut gehüllt hervor und bildet sich zu einem zweigeisseligen Schwärmer um (8g), der durch successive Theilungen eine Pandorinakolonie erzeugt. Vergr. von 8a = 325, von 8b—d = 480, von f—g = 320.

9a—b. Gonium pectorale O. F. Müll. 9a. Kolonie von der Flachseite. 9b. Von der Schmalseite. Vergr. 325.

10a—c. Volvox Globator L. 10a. Hälfte eines geschlechtlichen, hermaphroditischen Individuums. Vergr. 250. ov Die Eizellen, deren Centrum z. Th vacuolär ist; sp die Samenfädenbündel theils in Ansicht von der Fläche, theils in der Ansicht auf die Schmalseite der Bündel. 10b. Kleiner Theil der Oberfläche eines Individuums, zeigt deutlich die hexagonalen Hüllen der Zellen und die letztere verbindenden Plasmafäden. 10c. Kleiner Theil der Peripherie eines Individuums im optischen Radialschnitt; f eine junge Parthenogonidie, daneben drei gewöhnliche Zellen. Vergr von 10c 800.

Figg. 1, 2a—b, 3c, 5—7, 8a und 9 nach Stein (Organismus); Figg. 2c—d nach Cienkowsky (Arch. f. mikr. Anat. VI); Figg. 3d—f und 4 nach Carter (Ann. mag. n. h. (3) II und III); 8b—g nach Pringsheim (Monatsb. Berl. Ak. 1869); Figg. 10a und c nach Cohn (Beitr. z. Biol. d. Pfl. I); Fig. 10b Original.


1 b
1 c
1 d
1 a.
2 a.
2 b.
2 c.
2 d.
3 a
3 b.
3 c.
3 d.
3 e.
3 f.
4 a
4 b
5.
6.
7 a.
7 b.
8 a
8 b.
8 c.
8 d.
8 e.
8 f
8 g
9 a.
9 b.
10 b.
10 c.
19 a.

Erklärung von Tafel XLV.

Fig.

1a—k. Volvox.

1a. Spermatozoidien von Volvox Globator. Vergr. 650.

1b. Reifes, ungeschlechtlich erzeugtes Tochterindividuum von Volvox minor St. noch umschlossen von der Hülle der Parthenogonidie; pr die jungen Parthenogonidien. Vergr. 650.

1c—g. Zur Entwicklung des Eies von Volvox minor St. Reifes befruchtetes Ei mit zwei Hüllen, dem Exospor (Ex) und dem Endospor (En); das letztere beginnt zu quellen. 1d. Die Quellung des Endospors hat das Exospor zerrissen. 1e. Die Furchung hat begonnen, Viertheilungszustand; um die Furchungszellen ist schon eine gallertige Hülle (g) abgeschieden. 1f. Achttheilungszustand vom offenen Pol gesehen. 1g. Derselbe vom geschlossenen Pol gesehen.

1h—k. Entwicklungsstadien der Parthenogonidien eines Volvox (wahrscheinlich V. Globator). 1h. Achtzelliges Stadium in der Ansicht auf den geschlossenen Pol. 1i. Sechszehnzelliges Stadium in der Ansicht auf den geschlossenen Pol. 1k. Vielzelliges Stadium in der Ansicht auf den ungeschlossenen Pol, der noch verhältnissmässig weit geöffnet ist.

2. Carteria cordiformis Cart. sp. Gewöhnliches Individuum mit im Vordertheil etwas abgehobener Schalenhülle. Vergr. 650.

3. Collodictyon triciliatum Cart. (= Tetramitus sulcatus St) Ansicht auf die längsgefurchte Bauchseite. Vergr. 500.

4. Spondylomorum quaternarium Ehrbg. Entwickelte Kolonie von 16 Individuen in seitlicher Ansicht. Vergr. 600.

5. Chloraster gyrans Ehrbg. Vergr. 300.

6. Chloraster agilis Kent. Seitliche Ansicht. Vergr. 1250.

7. Pyramimonas Tetrarhynchus Schmarda. Achtgeisseliger Theilungszustand; nur die Geisseln sind einstweilen verdoppelt. Vergr. 300.

8a—b. Cyathomonas truncata Fresen. spec. 8a. Gewöhnliches Individuum. 8b. Längstheilungszustand. Vergr. 650.

9a—d. Chilomonas Paramaecium Ehrbg. 9a. Individuum in seitlicher Ansicht. 9b. Vorderende eines Individuums in Ansicht von der Bauchseite. Vergr. 700. 9c. Cyste mit einfacher Hülle. 9d. Längstheilungszustand. Vergr. 650.

10a—b. Cryptomonas ovata Ehrbg. 10a. Ein gewöhnliches Individuum in seitlicher Ansicht; pe das sogen. Peristom nach der Darstellung Stein's. 10b. Ein angeblich jugendliches Individuum nach Stein. Vergr. 650.

11. Protococcusartiger Vermehrungszustand der Cryptomonas ovata Ehrbg. Vergr. 220.

12a—c. Oxyrrhis marina Duj. Zwei Individuen in seitlicher Ansicht, a mit ausgestreckteren Geisseln, nach Kent; b mit den in der Peristomeinsenkung eigenthümlich zusammengelegten Geisseln, nach Blochmann. 12c. Quertheilungszustand; die Geisseln des hinteren Sprösslings sind jedenfalls schon entwickelt, jedoch auf der Fig. nicht angedeutet. Vergr. ca. 400.

13a—c. Tetramitus rostratus Perty. 13a—b. Gewöhnliche Individuen, a in Ansicht von der Bauchseite, b in seitlicher Ansicht. 13c. Längstheilungszustand; der Kern, die contractilen Vacuolen und die Geisseln sind schon verdoppelt. Vergr. 520.

13d—k. Zur geschlechtlichen Fortpflanzung des Tetramitus rostratus nach Dallinger und Drysdale. 13d. Ein Individuum in Vorbereitung zur Copulation, das Hinterende ist amöboid geworden und der Kern hat sich vergrössert. 13e. Zwei mit den Hinterenden copulirte derartige Individuen. 13f. Die aus der Copulation hervorgegangene Cyste. 13g—k. Allmähliche Entwicklung der entleerten Sporen zu den Mutterthieren ähnlichen Wesen.

14a—b. Trepomonas agilis Duj. 14a. Seitliche Ansicht eines Individuums von der Schmalseite. 14b. Vorderansicht.

Figg. 1a (oben), 1b, 2—4, 5, 7, 8b, 9d, 10a—b, 13a—c nach Stein (Organismus); Figg. 1a (unten) nach Cohn (Beitr. z. Biol. I); 1c—g nach Kirchner (Cohn, Beitr. z. Biol. III); Figg. 6, 12a und c nach Kent (Manual); Figg. 8a, 9a und 14a—b nach Bütschli (Z. f. w. Zool. XXX); Fig. 12b nach Blochmann (Z. f. w. Z. 10). Figg. 13d—k nach Dallinger und Drysdale. 9b—c. Originalia.

1 a.
1 b
1 c
1 d.
1 e.
1 f
1 g
1 h
1 i.
1 k.
2
3
4.
5
6.
7
8 a
8 b.
9 a.
9 b
9 c
9 d.
10 a.
10 b.
11.
12 a
12 b.
12 c.
13 a.
13 b.
13 c.
13 d
13 e.
13 f.
13 g
13 h
13 i
13 k
14 a.
14 b.

Erklärung von Tafel XLVI.

Fig.

1a—b. Trepomonas agilis Djrd. 1a. Individuum, das ausser den zwei vorderen Geisseln noch zwei hintere besitzt, wahrscheinlich in Vorbereitung zur Längstheilung. 1b. Wahrscheinlicher Längstheilungszustand, jedoch nicht ganz sicher; andernfalls wohl Copulation. Vergr. 650.

2a—b. Hexamitus inflatus Djrd. 2a. Gewöhnliches Individuum. 2b. Längstheilungszustand. Vergr. 440.

3a—d. Megastoma intestinalis Lambl. sp. aus dem Darm des Menschen. 3a. Ein Individuum von der Bauchseite, 3b. Ein solches in Seitenansicht. 3c—d. Ansicht zweier Individuen von der Bauchseite, ohne die Geisseln. 3d zeigt deutlich den Kiel und zwei sich gewöhnlich findende helle Flecken, wahrscheinlich Vacuolen (v). Vergr. ca. 2000.

4a—e. Bodo caudatus Djrd. sp. 4a. Ein gewöhnliches Individuum von der Seite; dasselbe hat zwei Chlamydomonaden gefressen. 4b. Ein Individuum, das im Begriff ist, einen Chlamydomonas pulvisculus auszusaugen. 4c. Ruhezustand mit Vermehrung. In der Cyste hat sich der Bodo in eine Anzahl Sprösslinge getheilt, die eben aus der Cyste ausschlüpfen. 4d. Der Dauerzustand nach Cienkowsky. 4e. Ein ähnlicher Cystenzustand wie 4c nach Cienkowsky, dessen Inhalt in eine Anzahl Sprösslinge zerfallen ist. N die vor der Theilung ausgestossenen Nahrungsreste. Vergr. von 4a—c = 520.

5a—c. Fortpflanzung von Bodo ? caudatus Djrd. sp. nach Dallinger und Drysdale. 5a. Copulation mehrerer Individuen. 5b—c. Encystirte Zygote, hervorgegangen aus der Copulation zweier Individuen in verschiedenen Stadien fortgesetzter Theilung des Inhalts. 5c stellt die mit zahlreichen, dem Ausschwärmen nahen Sprösslingen gefüllte Zygote dar.

6a—n. Bodo angustatus Djrd. (= Monas Amyli Cienk.). 6a und c, Individuen gewöhnlicher Art nach Stein und Cienkowsky. 6b. Ein eigenthümlich schraubig zusammengedrehtes Individuum. 6d—e. Amöboid gewordene Individuen, die zahlreiche spitzige Pseudopodien aussenden. 6g. Ein Individuum, dass seine Geissel noch besitzt, hat ein grosses Stärkekorn (am) umflossen. 6h. Ein ähnliches umflossenes Stärkekorn an dem noch mehrere Geisseln thätig sind. 6i. Drei Stärkekörner sind gleichzeitig umflossen worden. 6k. Encystirter Ruhezutand mit Zerfall des Inhalts in zahlreiche kleine Sprösslinge; am, Rest des grossentheils verdauten Stärkemehlkorns. 6l. Aehnliche Cyste, deren Sprösslinge grossentheils ausgeschwärmt sind, einige noch im Hervorbrechen begriffen. 6m. Cyste, aus der die Sprösslinge grossentheils ausgeschwärmt sind; der Rest des Stärkekorns (am) wurde neuerdings von Sprösslingen aufgenommen und in dieser Weise hat sich in der alten Cystenhaut (Z) eine neue Cyste (Z') gebildet, deren Inhalt schon wieder in Sprösslinge zerfallen ist. 6n. Dauerzustand, am der ausgestossene Rest des Stärkemehlkerns, zwischen den beiden Hüllen. Vergr. von 6a—b = 650, von 6c—e = 450, von 6f—i = 300, von 6k—m = 240.

7. Phyllomitus undulans St. in seitlicher Ansicht. Vergr. 650.

8a—b. Anisonema grande Ehrbg. sp. 8a. Individuum in Rückenansicht. Vergr. 700. 8b. Längstheilungszustand in Bauchansicht. Vergr. 440.

9. Längstheilungszustand von Entosiphon sulcatum Djrd. sp. in Bauchansicht. Vergr. 650.

10. Colponema Loxodes St. in der Ansicht auf die Bauchseite. Vergr. 650.

11a. Trichomonas Batrachorum Perty aus dem Darm des Frosches von der Bauchseite; us der undulirende Saum. Vergr. 440.

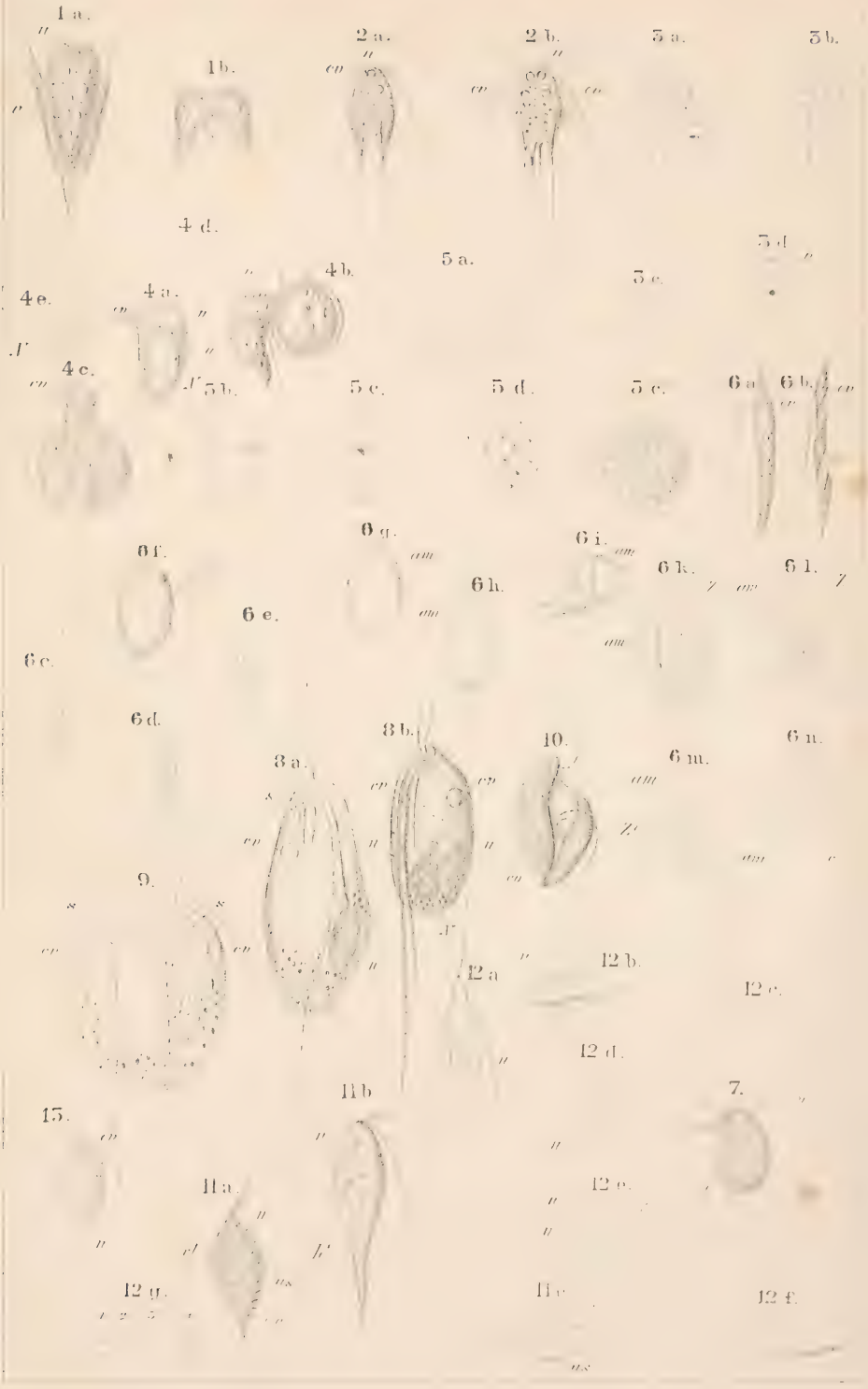
11b. Trichomastix Lacertae Blchm. aus dem Darm von Lacerta agilis. K der Kiel des Rückens. Vergr. 1400.

11c. Trichomonas vaginalis Donné aus der menschlichen Vagina, us der undulirende Saum. Vergr. 700.

12a—f. Dallingeria Drysdalii Kent. 12a. Gewöhnliches schwimmendes Thier. 12b. Individuum, das sich mit seinen beiden hinteren Geisseln festgeheftet hat und durch deren Contractionen Schnellbewegungen ausführt. 12c. Längstheilungszustand. 12d. Individuum, dessen hintere Geisseln zusammenschrumpfen und eingehen, in Vorbereitung zur Copulation. 12e. Copulation eines der Individuen von 12d mit einem gewöhnlichen dreigeisseligen. 12f. Die encystirte Zygote, hervorgegangen aus einer solchen Copulation. 12g. Allmähliche Entwicklung der von einer Zygote entleerten Sporen. Vergr. 2000.

13. Trimastix marina Kent, in seitlicher Ansicht. Vergr. 1000.

Figg. 2, 4a—c, 6a—b, 7, 8b, 10 und 11a nach Stein (Organismus); Figg. 3a—b und d nach Grassi (Atti soc. ital. sc. nat. 25); Fig. 3c nach Lambl (Aus d. Franz-Jos. Spital Thl. 1); Figg. 4d—e nach Cienkowsky (Arch. f. mikr. An. I.); Eigg. 6c—n nach Cienkowsky (Bullet. Ac. imp. Pétersbourg XIV und XVII); Figg. 8 und 9 nach Bütschli (Z. f. w. Z. XXX); Figg. 11b—c nach Blochmann (Z. f. w. Z. 40); Figg. 12a—f nach Dallinger (in Proceed. roy. soc. 27); Fig. 13 nach Kent (Manual).


1 a.
1 b.
2 a.
2 b.
3 a.
3 b.
4 d.
4 e.
4 a.
4 b.
4 c.
5 b.
5 a.
5 c.
5 d.
5 e.
5 f.
6 a.
6 b.
6 g.
6 i.
6 k.
6 l.
6 f.
6 h.
6 e.
6 c.
6 d.
8 b.
8 a.
10.
6 m.
6 n.
9.
12 a.
12 b.
12 c.
12 d.
11 b.
7.
15.
11 a.
12 e.
12 g.
11 c.
12 f.

Erklärung von Tafel XLVII.

Fig.

1a—d. Peranema trichophorum Ehrbg. sp. 1a. Individuum von der Rückenseite, kriechend. 1b. Vorderende eines Individuums, das grosse Nahrungskörper in die sehr erweiterte Mundöffnung einführt. 1c. Einer der mannigfaltigen Contractionszustände. 1d. Längstheilungszustand. Vergr. 440.

2. Petalomonas abscyssa Djrd. sp. Kriechendes Individuum von der Rückseite, mit zwei Rückenkielen. Vergr. 650.

3. Petalomonas sinuata St. Längstheilungszustand. Vergr. 520.

4a—c. Astasiopsis distortum Djrd. sp. (= Cyclidium dist. Djrd.). 4a. Abgeplattete und schraubig eingerollte, wenig bewegliche Form, welche jedoch häufig in die langgestreckte Form der Figur 4b übergeht. 4c. Contractionszustand einer langgestreckten Form. Süsswasser. Vergr. 280.

5a—b. Urceolus Alenitzini Mereschk. (= Phialonema cyclostomum St.). 5a. Ausgestrecktes Individuum. 5b. contrahirtes. Vergr. 650.

6a—f. Euglena viridis Ehrbg. Gewöhnliches Individuum. Vergr. 300. 6b. Längstheilung im Ruhezustand in einer Gallerthülle (c). 6c—d. Zusammengezogene geisellose Individuen mit sogen. Keimkugeln (Ks) nach Stein, ohne Zweifel Parasiten; auf Fig. 6d und 6e dieselben in Zerfall in zahlreiche Schwärmer. 6f. Durch Druck hervorgesprengte Schwärmer der sogen. Keimkugeln. Vergr. von 6b—c = 440, von 6f = 650. (Es scheint mir nicht ganz sicher, ob alle die von Stein unter der Bezeichnung E. viridis abgebildeten Euglenen zu der Art im Sinne von Klebs gehören.)

7. Cyste von Euglena Tuba Carter. Vergr. ca. 220.

8. Vorderende der Euglena acus Ehrbg. in seitlicher Ansicht. Vergr. 650.

9a—c. Euglena Spirogyra Ehrbg. 9a. Vorderhälfte eines Individuums in seitlicher Ansicht. Vergr. 500. 9b—c. Längstheilungszustände ruhender geisselloser Formen. Vergr. 200.

10a—b. Paramylonkörper von Euglena Ehrenbergii Klbs. 10a. Ansicht der Schmal-, 10b der Breitseite. 10c. Vorderende der Euglena Ehrenbergii in seitlicher Ansicht. Man sieht den Behälter (bh), daneben eine contractile Vacuole (cv) und um diese einen Kranz kleiner Vacuolen, die später zu einer neuen contractilen Vacuole zusammenfliessen werden. Vergr. 400.

11. Euglena velata Klbs. Chromatophoren mit Pyrenoid (py) und zwei demselben aussen aufliegenden Paramylonschalen (pam). a In Flächenansicht, b im optischen Durchschnitt. Vergr. 500.

12. Phacus longicaudus Ehrbg. sp. von der abgeplatteten Bauchseite. Vergr. 660.

13. Phacus Pleuronectes Ehrbg. sp. Vorderhälfte eines Individuums von der abgeplatteten Bauchseite; neben dem unregelmässigen Behälter (bh) zwei contractile Vacuolen (cv). Der grosse Paramylonkörper (pam) hat nach Behandlung mit Alkohol eine sehr eigenthümliche Beschaffenheit angenommen. K der Rückenkiel. Vergr. 760.

14. Phacus Pleuronectes Ehrbg. sp. Seitliche Ansicht des Vorderendes eines Individuums. Vergr. 760.

15. Grosser Paramylonkörper von Phacus Pleuronectes. Vergr. 700.

16a—b. Colacium calvum St. 16a. Freiumherschwimmendes, nacktes, sehr contractiles Einzelwesen. 16b. Eine Kolonie umhüllter, festgehefteter Wesen, die durch fortgesetzte Theilung eines Individuums hervorging. Vergr. 400,

17a—b. Lepocinclis Ovum Ehrbg. sp. 17a. Die leere ausgefaulte Cuticula. 17b. Ein gewöhnliches Individuum mit zwei grossen seitlichen Paramylonbändern und zahlreichen kleinen Paramylonscheibchen. Vergr. 780.

18. Phacus Pyrum Ehrb. sp. Ein Individuum. Vergr. 650.

19. Ascoglena vaginicola St. Individuum in seinem braunen, festgehefteten Gehäuse. Vergr. 470.

20. Trachelomonas caudata Ehrbg. sp. Vergr. 440.

21. Trachelomonas volvocina Ehrbg. Vergr. 650.

Figg. 1a—2, 4, 5, 8, 9a, 12—15, 17 und 21 Originalien aus dem Jahre 1877. Fig. 1b nach Bütschli (Z. f. w. Z. XXX); Figg. 1c—d, 3, 6b—f, 16, 18—20 nach Stein (Organismus); Fig. 7 nach Carter (Ann. m. n. h. (4) III); Figg. 6a, 9b—c, 10 und 11 nach Klebs (Unters. aus d. botan. Instit. Tübingen I).

1
1a
1b
1c
2
3
4
4a
5a
5b
6
6a
6b
6c
6d
6e
6f
7
8
9a
9b
9c
10
10a
10b
11
12
13
14
15
16a
16b
17a
17b
18
19
20
21

Erklärung von Tafel XLVIII.

Fig.

1. Trachelomonas armata Ehrbg. sp. Vergr. 440.

2. Trachelomonas hispida Perty sp. Vermehrung durch Theilung im ruhenden Zustand; der encystirte Körper ist unter dem Schutz einer besonderen Cystenhülle (C) in drei Sprösslinge zerfallen. Vergr. ca. 700.

3. Coelomonas grandis Ehrbg. sp. Individuum von der Rückseite. Vergr. 400.

4. Gonyostomum Dies. (= Merotricha Mereschk., Raphidomonas St.) Semen Ehrbg. sp. tr Die Trichocysten. Vergr. 400.

5. Microglena punctifera Ehrbg. Vergr. 440.

6. Rhabdomonas incurva Fres. Vergr. 440.

7. Menoidium pellucidum Perty. In seitlicher Ansicht. Vergr. 300.

8. Atractonema teres St. Vergr. 650; im Hinterende ein blasser, scheibenförmiger Körper unbekannter Natur.

9a—b. Astasia tenax O. F. Müll. (Proteus St.) 9a. Ein mit den Geisseln ausgerüstetes Individuum in lebhafter Contraction. 9b. Ein geisselloses Individuum mit den beiden schwärzlichen Punkten (o) im Vorderende. Vergr. 440.

10a—b. Heteronema acus Ehrbg. sp. 10a. Lang ausgestrecktes Individuum. 10b Contractionszustand. Vergr. 480.

11. Zygoselmis nebulosa Duj. Individuum, das zwei ansehnliche Diatomeen gefressen hat und dadurch etwas verunstaltet wurde. Vergr. 300.

12a—b. Sphenomonas quadrangularis St. 12a. Individuum in seitlicher Ansicht. 12b. Ein solches in der Ansicht auf das Hinterende; zeigt deutlich die vierkantige Körperform. f ein gallertartiger blasser Inhaltskörper. Vergr. von a 650, von b = 480.

13. Tropidoscyphus octocostatus St. In seitlicher Ansicht. Vergr. 400.

14a—b. Phalansterium digitatum St. 14a. Ein einzelnes Individuum (Vergr. 440). 14b. Gewöhnliche Form der Kolonie, bei I ein Individuum in Quertheilung, bei II weiter fortgeschrittener Quertheilungszustand. Vergr. 400.

15. Phalansterium consociatum Cienk. Eine der flach scheibenförmigen Kolonien. Vergr. 325.

16a—o. Codosiga Botrytis Ehrbg. sp. 16a. Eine mässig entwickelte Kolonie auf langem Stiel. 16b Ein einzelnes Individuum mit zarter, gallertiger Hülle. 16c. Ein Individuum, das eben innerhalb des Kragens einen Körper aus dem Plasma ausgestossen hat. 16d. Individuum, das aussen an der Basis des Kragens eine nahrungaufnehmende Vacuole (nv) zeigt. Vergr. von 16b—d = 1300. 16e—g. Längstheilungsvorgänge nach Stein. 16h—l. Ebensolche nach James-Clark. 16m. Wahrscheinlicher Copulationsprocess eines festsitzenden mit einem abgelösten, zugeschwommenen Individuum. 16n. Zwei Individuen, die nach Einziehung ihres Kragens und der Geisseln angeblich zahlreiche fingerförmige Pseudopodien entwickelt haben. 16o. Cyste eines einfachen Individuums, deren Inhalt in zahlreiche Theilstücke (sogen. Sporen Kent's) zerfallen ist.

17. Codonodesmus Phalanx St. Frei umherschwimmende Kolonie. Vergr. 325.

Figg. 1, 3—6, 8—9, 10a, 11—15, 16e—g, 16m und 17 nach Stein (Organismus); Figg. 2, 10b, 16c—d Originalia aus d. J. 1877; Fig. 7 nach Klebs (Unters. aus d. botan. Institut. Tübingen I); Figg. 16a—b nach Butschli (Z. f. w. Z. XXX); Figg. 16h—l nach James Clark (Ann. m. n. h. [IV] 1); Figg. 16n—o nach Kent (Manual).

1
2
3
4
5
6
7
8
9 a
9 b
10 a
10 b
11
12 a
12 b
13
14 a
14 b
15
16 a
16 b
16 c
16 d
16 e
16 f
16 g
16 h
16 i
16 k
16 l
16 m
16 n
16 o
17

Erklärung von Tafel XLIX.

Fig.

1a—b. Salpingoeca Convallaria St. 1a. Gewöhnliches Individuum. 1b. Ein solches, das sich in seinem Gehäuse längsgetheilt hat. Vergr. von a 650, von b 500.

2. Salpingoeca fusiformis Kent (= Clarkii Btschli). Vergr. 800.

3. Codonocladium umbellatum Tat sp. Eine reich entwickelte Kolonie. Vergr. 120.

4. Salpingoeca Lagena n. sp. (= S. amphoridium? Btschli 1878). Vergr. 800.

5. Salpingoeca napiformis Kent. Vergr. 1200.

6. Salpingoeca cornutum Kent. Vergr. 400.

7a—c Salpingoeca fusiformis Kent. 7a. Encystirtes Individuum in dem Gehäuse. 7b. Aehnliches Individuum, dessen Cyste geplatzt sein soll und zahlreiche Sprösslinge entleert hat. Vergr. 1500.

8a—d. Salpingoeca Amphoridium J.-Clark. 8a. Encystirtes Individuum in seinem Gehäuse. 8b. Individuum, das seinen Kragen eingezogen und die Basis der Geissel sehr verdickt hat, das Plasma tritt lappig aus der Mündung hervor. 8c—d. Geissel- und kragenlose Individuen, die fingerförmige (8c) oder sehr fein fadenförmige (8d) Pseudopodien aus der Gehäusemündung aussenden. Vergr. = 800.

9a—b. Salpingoeca oblonga St. 9a. Wahrscheinlicher Encystirungszustand in dem Gehäuse, das durch ein deckelartiges Diaphragma abgeschlossen ist. 9b. Angeblicher Längstheilungszustand nach Stein, möglicherweise auch Copulation. Vergr. 650.

10a—b. Salpingoeca Ampulla Kent. 10a. Altes Individuum mit vollständig ausgebildetem Gehäuse. 10b. Ein junger Sprössling, der im Begriff ist, den Kragen und das Gehäuse zu entwickeln. Vergr. 700.

11. Protospongia Haeckelii Kent. Eine Kolonie von ungefähr 40 Individuen in eine gemeinsame flache Gallertmasse eingebettet; a Individuen, die den Kragen und die Geissel eingezogen und eine amöboide Beschaffenheit angenommen haben. b ähnliche Individuen, die sich durch Quer(?)theilung vermehren. Cy Cyste, deren Inhalt in zahlreiche Theilstücke (sogen. Sporen Kent's) zerfallen ist. Vergr. 650.

12. Polynoeca dichotoma Kent. Vergr. 500.

13a—f. Salpingoeca Infusionum Kent. 13a. Quertheilungszustand. 13b. Der vordere abgelöste Sprössling, der den Kragen eingezogen hat und nach der Festheftung einen Stiel und neuen Kragen entwickelt (13c). 13d. Junges Individuum ähnlich 13b, das seinen Kragen und Geissel eingezogen hat und das Gehäuse abscheidet. 13e. Cyste, deren Inhalt in eine Anzahl Theilstücke (sogen. Sporen Kent's) zerfallen ist. 13f. Ein aus einer solchen Cyste hervorgetretener Sprössling. Vergr. 800.

14a—g. Noctiluca miliaris Sur. 14a. Ganzes Individuum in der Ansicht auf die Oralseite, nach einem mit Osmiumsäure conservirten Exemplar. Die von dem Centralplasma (mit dem Kern n) ausstrahlenden Plasmafäden haben sich von der Wand abgelöst. Man sieht in das sogen. Vestibulum (vst) oder die Peristomeinsenkung und erblickt in deren Grund die langspaltförmige Mundöffnung m, die direct in das Centralplasma führt. Im Vestibulum entspringt vorn der Tentakel (t) und etwas dahinter an seiner linken Seitenwand der Zahn (z) und die Lippe (l), sowie an dieser die Geissel (f). Etwas hinter dem Vestibulum sieht man die oralen Enden des aus zwei nach der aboralen Seite zusammenlaufenden Linien bestehenden sogen. Staborgans (st), das dadurch entsteht, dass sich längs dieser Linien sehr zahlreiche von dem hintern Rand des Vestibulums ausstrahlende feine Plasmafäden an die Cuticula anheften. Im Verlauf dieses Staborgans haben sich mehrere quere Falten in der Wand gebildet. 14b. Orale Hälfte einer Noctiluca in seitlicher Ansicht. Man erblickt das Vestibulum in seiner Tiefenausdehnung und an seinem Grund das Centralplasma mit dem Kern, sowie den Tentakel, den Zahn und die Lippe im Vestibulum. Vom Hinterrand des Vestibulums sieht man die zahlreichen verzweigten feinen Plasmafäden zum sogen. Staborgan hinziehen. Die zum aboralen Theil des Staborgans ziehenden Fäden sind stets zu einem dicken Bündel oder Busch zusammengehäuft. Vergr. von a und b = 100. 14c Ansicht der Gegend des Zahns, der Lippe und der Basis des Tentakels (Bezeichnungen wie in 1a). Vergr. 200. 1d. Nucleus einer Noctiluca mit dem gestaltverändernden Nucleolus. Vergr. 380. 14e—g. Theilungszustände nach Brightwell. 14e. Ein zweiter Tentakel schon vorhanden, der Nucleus hat sich gerade getheilt. 14f. Weiter fortgeschrittene Theilung; die Nuclei sind auseinandergerückt und eine Theilfurche macht sich bemerklich. 14g. Endstadium der Theilung, die beiden Sprösslinge hängen nur noch durch ein schmales Plasmaband zusammen. Vergr. von 14e—g ca. 40. (Robin hält diese Zustände nicht für Theilungen, sondern für eine Art Doppel- oder Zwillingsthiere, wohl vergleichbar den Zwillingsbildungen gewisser Flagellaten.)

Figg. 1 u. 9 nach Stein (Organismus); Figg. 2 u. 4 nach Bütschli (Z. f. w. Z. XXX); Figg. 3, 5—8, 10—13 nach Kent (Manual); Figg. 14a—b Original, 14c—d nach Cienkowsky (Arch. f. m. Anat. IX); Figg. 14e—g nach Brightwell (Qu. journ. m. sc. V.).

1a
1b
2
3
4
5
6
7a
7b
8a
8b
8c
8d
9a
9b
10a
10b
11
12
13a
13b
13c
13d
13e
13f
14a
14b
14c
14d
14e
14f
14g

Erklärung von Tafel L.

Fig.

1a—c. Noctiluca miliaris. Theilungszustände nach Robin. 1a. Tentakelregion zweier schon nahezu völlig getrennter Sprösslinge. Man sieht die Theilspalte (tr) und die benachbarten Centralpartien des durchgeschnürten Plasmas mit den davon ausgehenden Plasmafäden. n die Zellkerne; die neuen Tentakel beginnen hervorzusprossen und stellen gering entwickelte Fortsätze dar, die einen untergebogenen Endtheil besitzen. 1b. Etwas weiter entwickelter derartiger Tentakel; p die centrale Plasmaregion des Noctilucakörpers, die durch einen Fortsatz mit dem Basalstück (ba) des Tentakels in Verbindung steht. Die beiden Windungen des jungen Tentakels haben sich jetzt schon deutlich gesondert. Vergr. von 1a und b = 200. 1c. Theilungszustand; die Theilungsfurche ist in der Mundgegend schon beträchtlich tiefer, wie am gegenüberliegenden Pol. N die Schale eines gefressenen Tintinnus. Vergr. 35. 1d. Beginnender Copulationszustand zweier Noctilucen. Vergr. 25.

2. Theilungsvorgänge des Zellkerns und des umgebenden Centralplasmas bei der ersten Theilung zum Behufe der Schwärmerbildung. Die Figuren zeigen nur den Zellkern und das umgebende Plasma in der Ansicht auf die Innenseite der Noctilucawand. In den Figg. 2c—e ist auch die Theilung des Centralplasmas zu sehen. Vergr. von 2a—c 180, von 2d—e 200.

3—7. Zur Schwärmerbildung der Noctiluca.

3. Das Centralplasma hat sich in vier hügelartig erhobene Portionen getheilt. Vergr. 90.

4. Durch weitere Zertheilung dieser Hügel haben sich sehr zahlreiche (ca. 256) Schwärmeranlagen gebildet, die zu einer Scheibe zusammengeordnet sind, und ihre Geissel schon entwickelt haben. Der helle Fleck in einem Theil dieser Schwärmer ist der Zellkern Vergr. 100.

5. Theil einer Noctiluca mit zahlreichen Schwärmerknospen, die hier in abweichender Weise keine Scheibe, sondern eine gürtelförmige Zone bilden. Vergr. 50.

6. Kleine Noctiluca mit einer Knospenscheibe; Ansicht auf die Scheibe. Vergr. 70.

7. Früher Zustand der Entwicklung einer Knospenscheibe, die vier Hügel der Fig. 3 sind je in vier Theilstücke zerfallen, die noch deutlich in vier Portionen zusammengruppirt sind.

8a—e. Verschiedene freigewordene Schwärmer nach Cienkowsky und Robin. s der sogen. Stachel, a ein eigenthümlicher Anhang, n der Zellkern. Vergr. von 8a—b = 500. 8c—d = 300.

9a—b. Regenerationszustände der Noctiluca nach Verstümmlung. st das erhalten gebliebene sogen. Staborgan, welchem ein Theil des Centralplasma anhängt, aus dem sich ein neuer Körper hervorbildet. Vergr. von 9a = 25.

10. Leptodiscus medusoides R. Hertw. aus dem Mittelmeer. 10a—c. Verschiedene Contractionszustände von Leptodiscus bei etwa siebenmaliger Vergrösserung. 10d. Exemplar in der Ansicht auf die convexe Oralfläche der Scheibe. vst das sogen. Vestibulum, das zum Mund (m) führt, zu dem sich vom Centralplasma ein faseriger Strang (p) erstreckt. n der im Centralplasma eingeschlossene Nucleus. f die Geissel mit ihrer Geisselscheide. Vergrösserung ca. 55. 10e. Optischer Durchschnitt durch den Leptodiscus. Vergr. 55. 10f—g. Nuclei; f Gewöhnliche Nucleusform nach Behandlung mit Essigsäure. g aussergewöhnliche Kernform. Vergr. von 10f—g ca. 100. 10h. Möglicher Entwicklungszustand von Leptodiscus.

11. Theil eines Noctiluca-Tentakels bei starker Vergrösserung (6—700). Die Figur zeigt die sehr fein quergeringelte Cuticula (cut) des Tentakels und dass dessen Plasma im Allgemeinen eine faserig-netzige Anordnung besitzt, derart, dass die Netzmaschen auf der convexen Seite des Tentakels (cov) eine mehr unregelmässige Anordnung besitzen, dagegen auf der Concavseite quere Züge bilden, deren Verdickungen vielleicht noch durch sehr feine Längsfasern verknüpft sind. Bei d tritt die Faserbildung auch auf dem optischen Durchschnitt hervor.

Figg. 1a—c, 2a—e, 3, 4 und 8c—d nach Robin (Arch. anat. et physiol. 1878); Figg. 1d; 5, 6, 7, 8a—b, 8e und 9a nach Cienkowsky (Arch. mikr. A. VII und IX); Fig. 9b nach Busch (Beobacht. über wirbellose Seethiere); Fig. 10 nach R. Hertwig, Jenaische Zeitschrift IX); Fig. 11 Original.

1a
1b
1c
1d
2
2a
2b
2d
2e
3
4
5
6
7
8c
8d
10b
10c
8a
8b
9b
10a
9a
10f
10g
8e
10d
10e
10i
h

Erklärung von Tafel LI.

Auf allen reproducirten Abbildungen von Dinoflagellaten, wo die Autoren einen Cilienkranz der Querfurche angegeben haben, wurde derselbe einfach weggelassen.

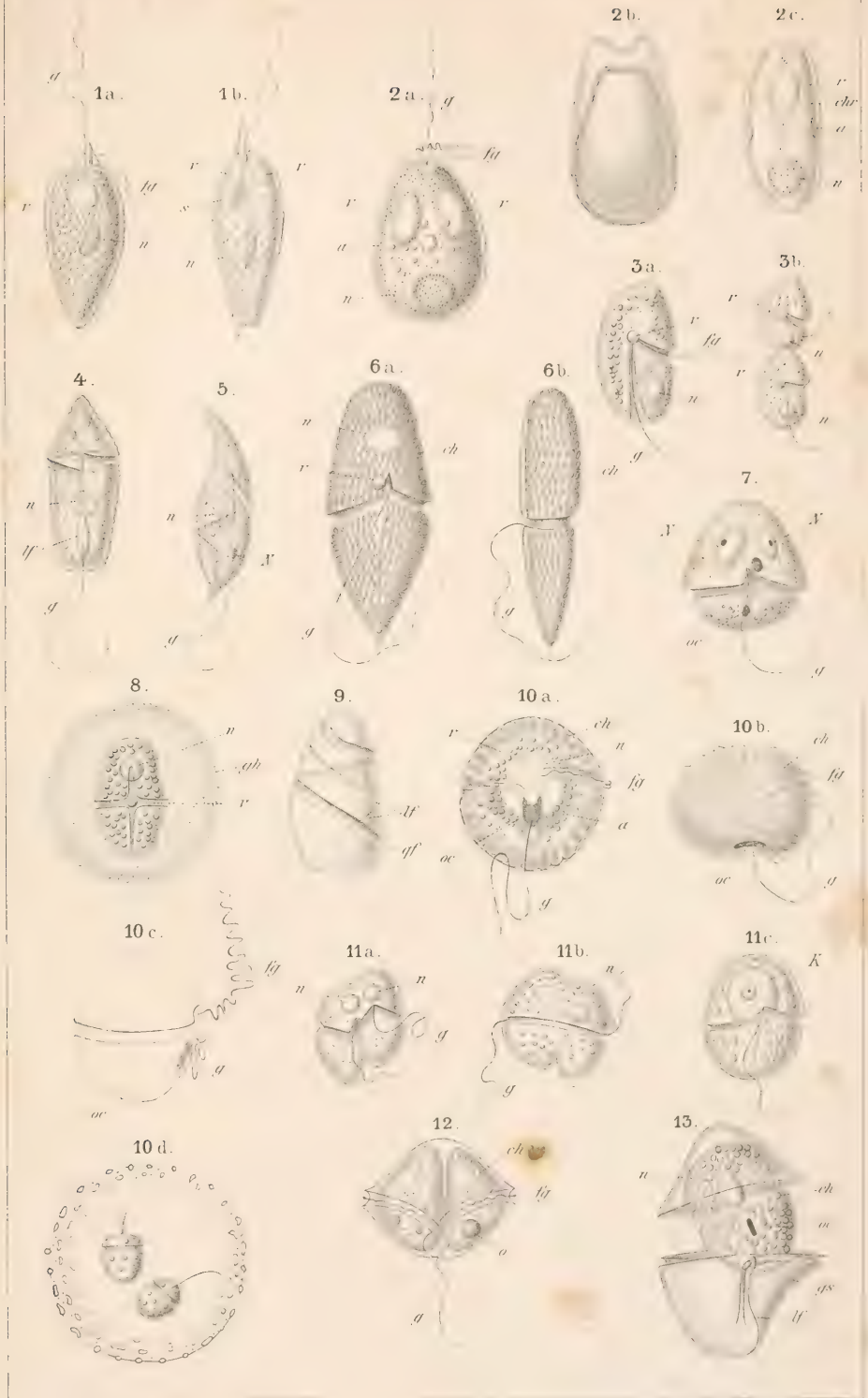
Bedeutung der wiederkehrenden Buchstaben:

a Amylonkörner.
ch Chromatophoren.
fg Die Querfurchengeissel.
g Die Längsfurchengeissel.
gs Geisselspalt der Schalenhülle.
lf Längsfurche.
n Nucleus.
o Oelkugeln.
oc Stigma (Augenfleck).
v Vacuolen.

Fig.

1. Prorocentrum micans Ehrbg, (marin).
   1a Seitliche Ansicht; 1b. Bauchansicht. s eigenthümliches Stäbchenbündel, welches nach Lage und Beschaffenheit an den Schlund von Cryptomonas erinnert. Vergr. ca. 440.
2. Exuviaella Lima Ehrbg. sp. (= marina Cienkowsky).
   2a. Exemplar mit Geisseln in seitlicher Ansicht; a Amylonkörper.
   2b. Die isolirten Hälften der Schalenhülle; man sieht auf die Flachseite der linken Klappe und bemerkt an dem Vorderende der rechten den Ausschnitt für die Geisseln.
   2c. Exemplar ohne Geisseln in Ansicht von der Schmalseite; die beiden grossen Chromatophorenplatten (chr) sind gut zu erkennen, ebenso der jeder derselben aufliegende Amylonkörper (a). Vergr. ca. 270.
3. Hemidinium nasutum Stein (Süssw.).
   3a. Exemplar in seitlicher Ansicht. 3b. Quertheilungszustand nach Stein Vergr. 3—400.
4. Gymnodinium gracile Bergh in Bauchansicht. Vergr. 270 (marin).
5. Gymnodinium spirale Bergh von der Bauchseite. Vergr. 270 (marin).
6. Gymnodinium fuscum Ehrbg. sp. (Süssw.).
   6a. in Bauchansicht; 6b in seitlicher Ansicht. Vergr. ca. 400.
7. Gymnodinium Vorticella Stein in Bauchansicht; N als Nahrung aufgenommene Chlamydomonaden. Vergr. wohl ca. 500 (Süssw.).
8. Ruhezustand von Gymnodinium aeruginosum Stein mit dicker Gallertumhullung (gh) Das Wesen in Bauchansicht. Vergr.?
9. Gymnodinium Archimedis Pouchet in Umrissen, von der Rückseite. Vergr.? (marin).
10. Glenodinium cinctum Ehrbg. (Süssw.).
    10a. Von der Bauchseite; 10b Ansicht auf den hinteren Pol; 10c in nahezu seitlicher Ansicht, in Umrissen, nach Behandlung mit Chrom-Osmiumsäure; 10d Grosse gallertige Cyste mit 2 aus der Theilung hervorgegangenen Sprösslingen. Vergr. von 10a—c ca. 600.
11. Glenodinium pulvisculus Ehrbg. sp. (Süssw.).
    11a und b zwei wahrscheinlich durch unvollständige Theilung entstandene Doppelindividuen; a mit getrennten, b mit nicht getrennten Kernen; a von der Bauch-, b von der Rückseite. (Nach Stein's Deutung Copulationszustände). 11c Exemplar mit sog. Keimkugel (K) Stein's. Vergr., nach Ehrenberg's Angaben berechnet, ca. 900.
12. Glenodinium obliquum Pouchet von der Bauchseite. Beweglicher Theilungszustand. Jeder der Sprösslinge enthält ein strahliges Chromatophor (ch). Vergr. ca 270 (marin).
13. Glenodinium foliaceum Stein. Geisselloses Individuum, dessen Hülle an der Querfurche geborsten ist und abgestreift wird. Vergr.?

Figg. 1, 2b, 3, 6 bis 8, 11 und 13 nach Stein (Arthrodele Flagellaten); Figg. 2a und c, sowie 12 nach Klebs (Botanische Zeitung Jahrg. 42); Figg. 4, 5 und 10d nach Bergh (Morphol. Jahrb. 7); Figg. 10a—c nach Butschli (Morphol. Jahrb. Bd. X); Fig. 9 nach Pouchet (Journ. anat. et physiol. 1883).


1a.
1b.
2a.
2b.
2c.
3a.
3b.
4.
5.
6a.
6b.
7.
8.
9.
10a.
10b.
10c.
10d.
11a.
11b.
11c.
12.
13.

Erklärung von Tafel LII.

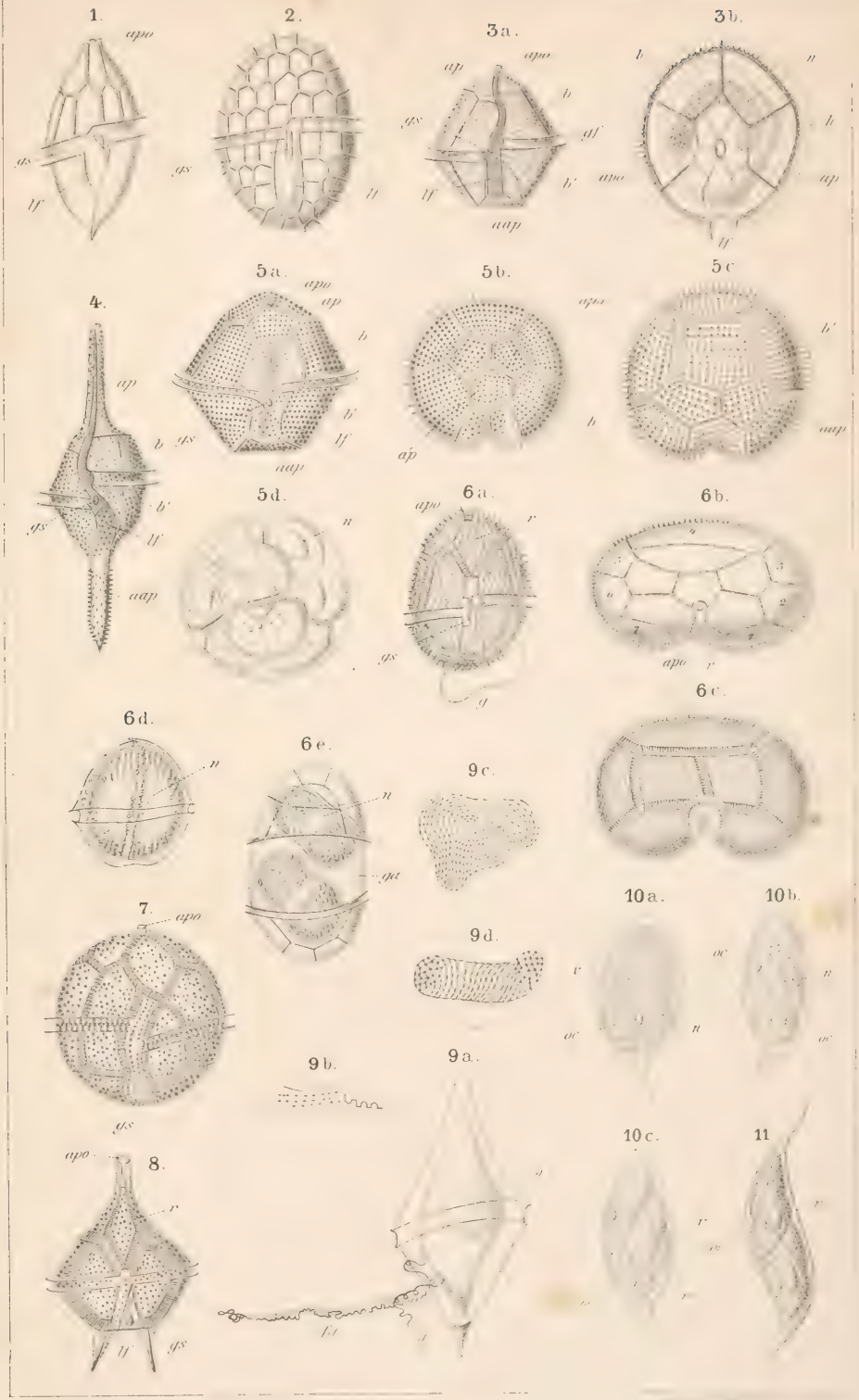
Bedeutung der wiederkehrenden Buchstaben.

aap Antapicaltafeln.
ap Apicaltafeln.
apo Apicalöffnung.
b Vordere Aequatorialtafeln.
b' Hintere Aequatorialtafeln.
fg Querfurchengeissel.
g Längsfurchengeissel.
gs Geisselspalte.
lf Längsfurche.
n Nucleus.
oc Stigma.
r Rautenplatte.
v Vacuole.

Fig.

1. Heterocapsa triquetra Ehrbg. sp. Schalenhülle von der Bauchseite (marin) Vergr.?
2. Protoceratium (Clathrocystis Stein) reticulata Cl. u. L. sp. Schalenhülle von der Bauchseite (marin). Vergr. ca. 700 (berechnet nach Clapar.).
3. Gonyaulax polyedra Stein (Ostsee).
   3a. Schalenhülle von der Bauchseite.
   3b. Geisselloses Individuum von der Apicalseite. Der Weichkörper hat sich von der Schalenhülle beträchtlich zurückgezogen und mit einer secundären, zarten und structurlosen Membran (h) umkleidet. Vergr. von 3a 580.
4. Gonyaulax birostris Stein (Südsee). Schalenhülle von der Bauchseite.
5. Goniodoma acuminatum Ehrbg. sp. (marin). Vergr. ca. 500.
   5a. Schalenhülle von der Bauchseite.
   5b. Ansicht auf den Apicalpol.
   5c. do. auf den Antapicalpol.
   5d. Eine Cyste mit 4 Theilsprösslingen.
6. Peridinium tabulatum Ehrbg. sp. (Süsswasser).
   6a. Individuum von der Bauchseite.
   6b. Schalenhülle von der Apicalseite.
   6c. Dieselbe von der Antapicalseite.
   6d. Theilungszustand eines ruhenden, geisselllosen Individuums; die Theilebene ist schon durch eine Ansammlung feiner Körnchen bezeichnet.
   6e. Weiter fortgeschrittener Theilungszustand. Die beiden Sprösslinge sind schon völlig gesondert und in eine gemeinsame Gallertmasse (ga) eingelagert, durch deren Quellung die Schalenhülle des Mutterindividuums in ihre beiden Hälften zersprengt wurde. Vergr. von 6a ca. 440.
7. Peridinium globulus Stein (marin). Schalenhülle von der Bauchseite. Vergr.?
8. Peridinium Michaelis Ehrbg. (marin). Schalenhülle von der Bauchseite. Vergr. ca. 500.
9. Peridinium divergens Ehrbg. (marin).
   9a. Getödtetes Individuum von der Seite in Umrissen, zeigt deutlich die beiden Geisseln, von welchen die der Querfurche (fg) eine bandförmige Beschaffenheit besitzt.
   9b. Ein kleines Stück des Geisselbandes der Querfurche stärker vergrössert, um die feinere Structur desselben zu zeigen.
   9c und d. Der Kern eines Exemplars in zwei verschiedenen Ansichten.
10. Sogen. einfach gehörnte Cysten, nach Stein wahrscheinlich von Peridinium cinctum. 10a mit noch einfachem, ungetheiltem Körper. 10b eine solche, deren Körper in schiefer Zweitheilung begriffen ist. 10c Cyste mit 4 Theilsprösslingen. Vergr.?
11. Eine doppeltgehörnte Cyste (nach Stein wahrscheinlich von Peridinium tabulatum) mit 2 Theilsprösslingen. Vergr.?

Figg. 1—3a, 4, 5, 6a—c u. e, 7, 8, 10 u. 11 nach Stein (Arthrodele Flagell.); Figg. 3b, 9a—d nach Bütschli (Morph. Jahrb. X); Fig. 6c nach Klebs (Abhandl. des botan. Instit. zu Tübingen).


1.
2.
3a.
3b.
4.
5a.
5b.
5c
5d.
6a.
6b.
6c.
6d.
6e.
7.
8.
9a.
9b.
9c.
9d.
10a.
10b.
10c.
11

Erklärung von Tafel LIII.

Wiederkehrende Buchstaben:

a Amylon.
apo Apicalöffnung.
g Geissel der Längsfurche.
gs Geisselspalt.
lf Längsfurche
n Nucleus.
o Oelkugeln.
oc Stigma.
r Rautenplatte.
v Vacuole.

Fig.

1. Peridinium divergens Ehrbg. (marin).
   1a. Schalenhülle von der Bauch- und
   1b. dieselbe von der Rückseite. Vergr. ca. 350.
2. Diplopsalis Lenticula Bergh (marin) von der Bauchseite. Vergr. ca. 600.
3. Blepharocysta Splendor Ehrbg. (marin). Schalenhülle von der Bauchseite; der Weichkörper hat sich kuglig contrahirt. Vergr. ca. 500.
4. Amphidoma Nucula Stein (marin). Schalenhülle von der Bauchseite. Vergr.?
5. Oxytoxum (Pyrgidium Stein) constrictum Stein sp. (marin). Schalenhülle von der Bauchseite. Vergr.?
6. Oxytoxum Scolopax Stein (marin). Schalenhülle von der Bauchseite. Vergr.?
7. Ceratium tetraceros Schrank (cornutum Ehrbg. sp.). Süsswasser.
   7a Individuum von der Bauchseite; rsh rechtes, aah hinteres Horn. Vergr. ca. 450.
   7b. Ein wahrscheinlich aus der Theilung hervorgegangenes Individuum, welchem die rechte hintere Hälfte der Schalenhülle fehlt.
   7c und d. 2 Cysten mit 3 (oder vielleicht auch 4) Theilsprösslingen.
8. Ceratium Furca Ehrbg. sp. (marin). 6 Individuen in einer Kette zusammenhängend. Vergr. ca. 80.
9. Ceratium Hirundinella O. F. Müll. sp. (Süsswasser).
   9a. Individuum von der Bauchseite. Vergr. ca. 290.
   9b. Schiefer Theilungszustand (wahrscheinlich beweglich).
   9c. Encystirter Ruhezustand. Die Chromatophoren haben sich in einem centralen Haufen (pi) um den Kern zusammengezogen.
10. Ceratium Tripos Ehrbg. sp. (marin).
    10a. Zwei zu einer Kette vereinigte Individuen von der Bauchseite.
    10b. Schalenhülle von der Bauchseite. Vergr. ca. 220.
    10c und d. Ein Kern in der Ansicht von der Bauch- (c) und der Schmalseite (d).
    10e. Querschnitt durch ein Individuum, zeigt die Schichtung der Membran und ihre Poren.

Figg. 1, 7a, 9a und 9c, 10b nach Stein (Arthrodele Flagell.); Figg. 7b und 10e nach Bergh (Morph. Jahrb. VII); Figg. 7c—d nach Originalien von Lieberkühn; Figg. 8 und 10a nach Pouchet (Journal anat. et physiol 1883); Figg. 10c und d nach Bütschli (Morphol. Jahrb. X).

1a.
apo
r
l
qs
1b.
apo
2.
apo
r
qs
4.
3.
apo
qs
qs
6.
qs
5.
apo
7a.
r
lf
rsh
qs
r
lf
aah
apo
7b.
8.
7c.
7d.
apo
9a.
r
lf
rsh
lsh
vsh
qs
aah
9b.
lsh
10b.
aah
vsh
lf
aah
9c.
pi
10a.
10c.
10d
10e.

Erklärung von Tafel LIV.

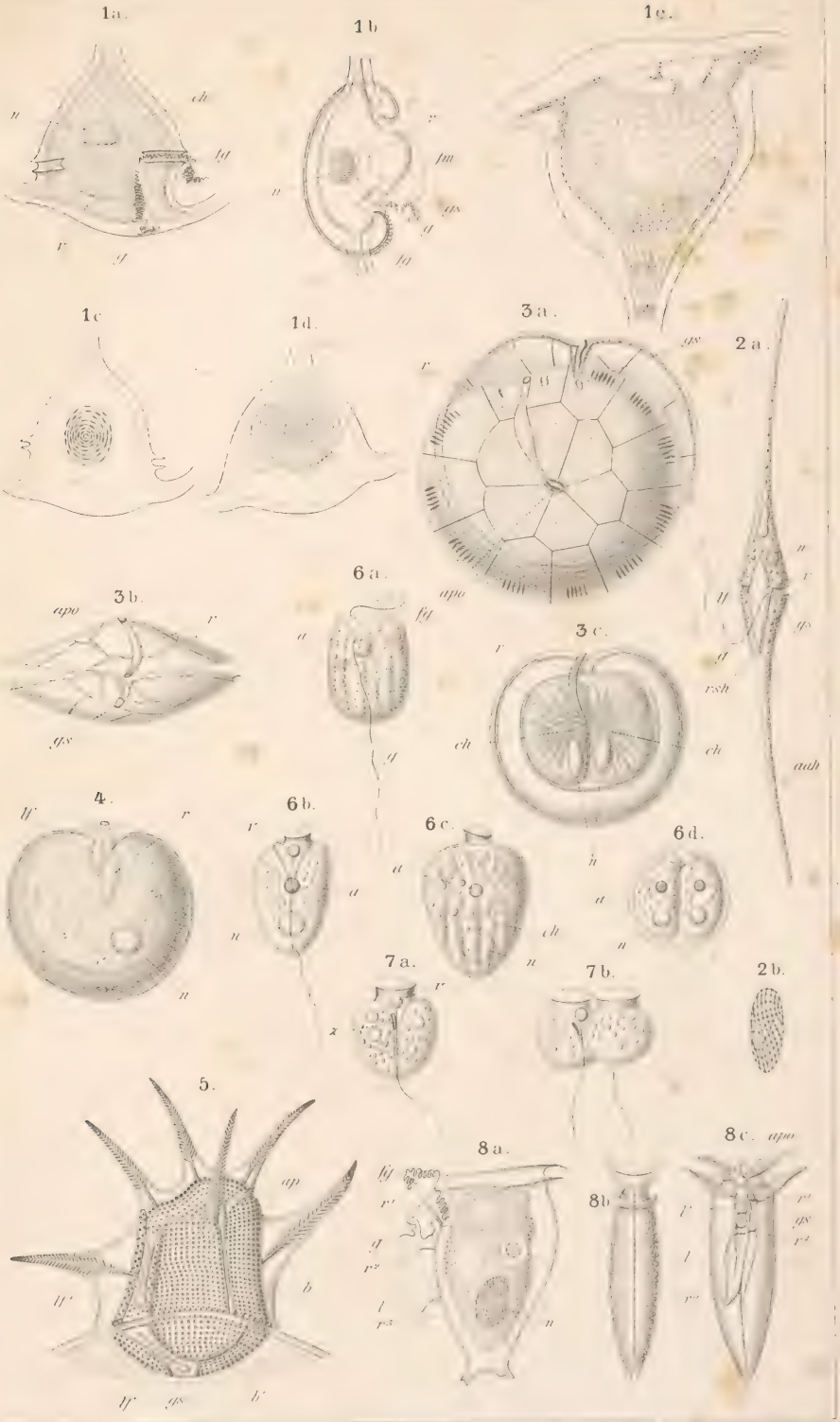
Wiederkehrende Buchstaben (mit Ausnahme der Fig. 5).

a Amylon.
ap Apicaltafel.
apo Apicalöffnung.
b vordere Aequatorialtafeln.
b' hintere Aequatorialtafeln.
ch Chromatophoren.
g Längsgeissel.
gs Geisselspalte.
fg Quergeissel.
lf Längsfurche.
n Nucleus.
r Rautenplatte.
v Vacuole.

Fig.

1. Ceratium Tripos Ehrbg. sp.
   1a. Getödtetes Individuum von der Bauchseite mit den beiden Geisseln. (Die Hörner sind nicht ausgezeichnet.)
   1b. Ein ebensolches von der Antapicalseite. fm die zarte Membran, welche den Bauchausschnitt überkleidet; dieselbe hat sich etwas abgehoben.
   1c—d. Drei aufeinanderfolgende Entwicklungsstadien des auf p. 1027 geschilderten eigenthümlichen Körpers, welcher die Stelle des Kernes einnimmt. Nach Präparaten.
2. Ceratium Fusus Ehrbg. sp. (marin).
   2a. Ein Individuum von der Bauchseite. Vergr. ca. 230.
   2b. Der Kern eines solchen.
3. Pyrophacus Horologium Stein (marin). Vergr.?
   3a. Schalenhülle von der Apicalseite; die beiden Hälften haben sich in der Querfurche getrennt und etwas gegeneinander verschoben.
   3b. Eine ähnliche Schalenhülle von der Bauchseite.
   3c. Ruhendes Individuum, dessen Weichkörper sich in der Schalenhülle encystirt und hierauf getheilt hat.
4. Ptychodiscus Noctiluca Stein (marin). Geisselloses Individuum von der Antapicalseite. Man sieht die kleinere Apicalhälfte der Hülle durch die dem Beschauer zugewendete grössere Antapicalhälfte durchscheinen. Vergr.?
5. Ceratocorys horrida Stein (marin). Schalenhülle in nahezu seitlicher Ansicht, die Bauchseite und der Apicalpol (nach unten gerichtet) dem Beschauer etwas zugekehrt. lf die Fortsetzung der Längsfurche lf' auf die Apicalhälfte. b wahrscheinlich die hinteren und b' die vorderen Aequatorialtafeln, daher auch ap die Antapicalplatte und gs wahrscheinlich die Apicalöffnung. Vergr.?
6. Amphidinium operculatum Clap. u. L. (marin).
   6a und b. Zwei Exemplare von der Bauchseite (a nach Klebs und b nach Stein). Das Exemplar 6b mit ziemlich geschlossener Längsfurche (nach der Angabe von Stein).
   6c. Exemplar von der Rückseite, die Geisseln nicht angegeben. Vergr. ca. 200.
   6d. Cyste mit zwei jedenfalls durch Längstheilung hervorgegangenen Sprösslingen.
7. Amphidinium lacustre Stein (Süsswasser). Vergr.?
   7a. Individuum von der Bauchseite. z „ein leistenartiger Vorsprung am rechten Rande der Längsfurche“ (Stein).
   7b. Zwei Individuen im Beginn der Copulation (nach Stein's Deutung).
8. Dinophysis acuta Ehrbg. (marin).
   8a. Ansicht eines getödteten Individuums von der linken Seite. Der Weichkörper stark condensirt.
   8b. Schalenhülle von der Dorsalseite.
   8c. Eine ebensolche von der Ventralseite. r^1, r^2 und r^3 die drei Rippen der linken Flügelleiste (l); l' die rechte Flügelleiste. Vergr. ca. 500.

Figg. 1, 2b und 8a nach Bütschli (Morpholog. Jahrb. X); Figg. 2a, 3, 4, 5, 6b—d, 7 und 8b nach Stein (Arthrod. Flagellaten); Fig. 6a nach Klebs (Botan. Zeitung Bd. 42); Fig. 8c Original.


1a.
1b
1e.
1c
1d.
3a.
2a.
3b.
6a.
3c.
4.
6b.
6c.
6d.
7a.
7b.
2b.
5.
8a.
8b
8c.

Erklärung von Tafel LV.

Wiederkehrende Buchstaben:

g Längsgeissel.
gs Geisselspalte.
hr hintere Randleiste der Querfurche (Halskragen nach Stein).
l linke Flügelleiste der Dinophysiden.
l' deren rechte Flügelleiste.
l^a hinterer abgetrennter Theil der linken Flügelleiste bei Histioneis und Ornithocercus.
r^1, r^2, r^3 die drei Hauptrippen der linken Flügelleiste der Dinophysiden.
vr vordere Randleiste der Querfurche (Kopftrichter nach Stein).

Fig.

1. Phalacroma porodictyum Stein (marin). Schalenhülle in halb rechts ventraler Ansicht. Vergr.?
2. Phalacroma Rapa Stein (marin). Schalenhülle in rechtsseitiger Ansicht. Vergr.?
3a. Dinophysis acuta Ehrbg. (marin). Schalenhülle in linksseitiger Ansicht. Vergr. 750.
3b. Dinophysis Homunculus Stein (marin). Schalenhülle in linksseitiger Ansicht. Vergr.?
4. Amphisolenia Stein (marin). Vergr.?
   4a. Amph. globifera St. Individuum in Bauchansicht.
   4b. Amph. palmata St. Das vordere Achtel eines Individuums in linksseitiger Ansicht.
5. Citharistes regius Stein (marin). Schalenhülle in linksseitiger Ansicht; ba die beiden Balken, welche den Rückenausschnitt überbrücken. Vergr.?
6. Histioneis Remora Stein (Südsee). Schalenhülle in rechtsseitiger Ansicht. Vergr.?
6a. Histioneis megalocopa St. (Südsee). Schalenhülle in rechtsseitiger Ansicht. Vergr.?
7. Ornithocercus magnificus St. Schalenhülle in rechtsseitiger Ansicht. Vergr.?
8. Polykrikos Bütschli (marin).
   8a. P. auricularia Bergh. Individuum von der Bauchseite. n' die Nebenkerne nach der Deutung von Bergh. nk Nesselkapseln. Vergr. ca. 240.
   8b. P. Schwarzi Btschli. Quertheilungszustand von der Rückseite. Die Kerne sind gerade im Begriff sich zu theilen.
   8c. Zwei Nesselkapseln bei stärkerer Vergrösserung; links im geschlossenen, rechts im ausgesprungnen Zustand.
9. Podolampas Stein (marin).
   9a. Schalenhülle von Podolampas bipes St. in Bauchansicht. st und st' die beiden Antapicalstacheln, von welchen sich der linke in eine Flügelleiste (l) fortsetzt.
   9b. Schalenhülle mit Weichkörper von Podol. palmipes St. in Bauchansicht; st die verwachsenen beiden Stacheln des Hinterendes.
10. Cladopyxis brachiolata Stein (marin). Schalenhülle in Bauchansicht. qf wahrscheinlich Analogon der Querfurche.

Figg. 1—2, 3b, 4—7, 9 und 10 nach Stein (Arthrod. Flagellaten); Fig. 3a Original; Fig. 8a nach Bergh (Morphol. Jahrb. Bd. VII); Figg. 8b—c nach Bütschli (Arch. mikrosk. Anat. Bd. IX).

1.
2.
3a.
4a
3b.
4b.
5.
7.
6a
6b.
10.
8a.
8b.
8c.
9a.
9b.